HECHENAST GÁBOR

ÎNREGISTRAREA MAGNETICĂ A SUNETULUI

COLECȚIA RADIO

EDITURA TEHNICĂ

HECKENAST GÁBOR

INREGISTRAREA MAGNETICĂ A SUNETULUI

TRADUCERE DIN LIMBA MAGHIARĂ

Scanned with OKEN Scanner

V
2014

Lucrarea se adresează radioamatorilor și se ocupă de magnetofoane de amator începînd de la proiectare și pînă la construcție și măsurare. Se prezintă benzile, capetele magnetice, amplificatoarele și mecanismele de antrenare a benzii.

Cartea cuprinde, pe lîngă formule, și descrierea fenomenelor fizice.

Titlul original

HECKENAST GÁBOR

HANGSZALAGTECHNIKA

Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1956.

Scanned with OKEN Scanner

Capitolul I

1. MAGNETISMUL

Înregistrarea magnetică este în esenţă un proces deosebit de simplu şi înţelegerea bazelor sale fizice nu produce dificultăţi deosebite. Pentru a permite o înţelegere mai uşoară, vom începe partea teoretică cu studiul fenomenelor celor mai simple, pătrunzînd apoi pas cu pas pe tărîmul problemelor mai complicate. Înainte de toate, trebuie să facem cunoştinţă însă pe scurt, cu cîteva proprietăţi fundamentale ale magnetismului.

Cîmpul magnetic, intensitatea cîmpului, legea lui Ohm pentru circuitul magnetic. Inducţia magnetică

Fenomenul magnetic este caracterizat de forţa magnetomotoare. Efectul forţei magnetomotoare poate să apară datorită unui material magnetic sau unui curent electric. Spaţiul în care acţionează forţa magnetomotoare îl denumim cîmp de forţe. Mărimea şi direcţia cîmpului într-un punct oarecare se exprimă prin valoarea intensităţii cîmpului. Aceasta este forţa care acţionează în punctul respectiv asupra masei magnetice unitare.

Unitatea de măsură a intensităţii cîmpului este Oersted-ul.

Cea mai simplă reprezentare a cîmpului de forţe se obţine cu ajutorul liniilor de forţă. Dacă în fiecare punct al cîmpului magnetic vom reprezenta intensitatea cîmpului cu o mică săgeată şi vom uni săgeţile cu o linie continuă, obţinem un spectru de linii de forţă. Dacă stabilim că trecerea unei linii de forţă perpendicular pe unitatea de suprafaţă corespunde cu intensitatea unui cîmp de

Scanned with OKEN Scanner

1 Oersted, putem să reprezentăm cu ajutorul liniilor de forţă nu numai direcţia, dar şi mărimea intensităţii cîmpului.

Liniile de forţă se reprezintă totdeauna prin curbe închise, astfel încît punctul de ieşire corespunde cu polul nord al magnetului, iar cel de intrare, cu polul sud.

Utilizarea liniilor de forţă ne dă o reprezentare foarte sugestivă, permiţînd o înţelegere uşoară a fenomenului magnetic. Circuitul închis al liniilor de forţă poate fi asemănat cu un circuit electric închis. În locul curentului electric intervine fluxul magnetic, (numărul total al liniilor de forţă) iar în locul rezistenţei conductorului, sau mai bine zis în locul conductibilităţii sale, apare rezistenţa magnetică sau reluctanţa diferitelor materiale, tensiunea electrică (sau forţa electromotoare) fiind înlocuită cu forţa magnetomotoare. Putem vorbi deci de o lege a lui Ohm pentru circuitul magnetic, după care

$$\text{fluxul magnetic} = \frac{\text{forţa magnetomotoare}}{\text{reluctanţă}} .$$

Numărul total al liniilor de forţă se obţine prin înmulţirea intensităţii cîmpului (numărul liniilor de forţă ce trec printr-un cm^2) cu suprafaţa perpendiculară pe direcţia liniilor de forţă.

În cazul unui electromagnet, forţa magnetomotoare este proporţională cu produsul dintre curentul care circulă prin bobină şi numărul de spire al acesteia.

Prin analogie cu rezistenţa electrică, reluctanţa este direct proporţională cu l, lungimea circuitului magnetic şi invers proporţională cu q, secţiunea acestuia. Reluctanţa depinde şi de permeabilitatea magnetică μ (capacitatea corpurilor de a se magnetiza mai mult sau mai puţin) care corespunde cu rezistivitatea din formula rezistenţei electrice.

Formula legii lui Ohm aplicată circuitului magnetic este deci

$$\Phi = \frac{\Theta}{R_m} = \frac{\Theta}{\frac{l}{\mu q}} .$$

Scanned with OKEN Scanner

În cazul unui electromagnet, $\Theta = \frac{4\pi}{10} In$, în care I este curentul care trece prin bobină, iar n numărul de spire.

După cum putem împărți corpurile din punct de vedere al conductibilității electrice, în corpuri conductoare, semiconductoare și dielectrice, tot așa putem să le grupăm și din punct de vedere al permeabilității lor magnetice. Corpurile la care $\mu < 1$ se numesc corpuri diamagnetice, cele la care $\mu \cong 1$, corpuri paramagnetice, iar cele la care $\mu \gg 1$, corpuri feromagnetice.

Din punct de vedere tehnic, cele mai importante sînt corpurile feromagnetice.

Iată deci că din multe puncte de vedere fenomenele electrice și magnetice pot fi tratate în mod similar. Există totuși o deosebire esențială care nu permite o asemuire completă și anume: în timp ce conductibilitatea electrică a aerului este circa $\frac{1}{10^{20}}$ din valoarea conductibilității cuprului, în cazul conductibilității magnetice, ea nu reprezintă decît $\frac{1}{10^4}$ din aceea corespunzătoare fierului.

În cazul fenomenelor electrice putem deci să neglijăm conductibilitatea aerului, pe cînd în cazul fenomenelor magnetice, trebuie să o luăm neapărat în considerare.

Densitatea liniilor de forță care pătrund prin unitatea de suprafață a unui material magnetic se numește inducție magnetică și se notează cu **B**. Unitatea de măsură a inducției este Gauss-ul.

Relația care leagă intensitatea cîmpului de inducția magnetică este

$$\mathbf{B} = \mu \mathbf{H}.$$

Rezultă deci că, în cazul corpurilor feromagnetice, densitatea liniilor de forță crește de μ-ori față de valoarea inițială.

Relația amintită mai sus este foarte simplă, însă din păcate μ nu are o valoare constantă, fiind dependent de **H**. Aceasta înseamnă desigur că nici relația dintre **B** și **H** nu este constantă.

Să cercetăm care este variația inducției magnetice **B** în cazul că variem intensitatea cîmpului **H**.

Scanned with OKEN Scanner

Curba de magnetizare, saturaţia, magnetizarea remanentă, forţa coercitivă, fluxul magnetic de scăpări (dispersia magnetică), permeabilitatea reversibilă

Dacă reprezentăm grafic într-un sistem de axe rectangulare variaţia inducţiei magnetice în funcţie de intensitatea cîmpului şi unim toate punctele vom obţine o curbă, denumită curbă de magnetizare (fig. 1).

Privind această curbă se constată că inducţia porneşte din punctul zero, corespunzător unei intensităţi de cîmp egală cu zero, creşte încet, iar după o porţiune mai lungă, cu o pantă mai accentuată, începe să tindă spre orizontală (punctul *1*). În orice punct al curbei, permeabilitatea este raportul dintre **B** şi **H**. Porţiunea orizontală a curbei de magnetizare se numeşte limita de saturaţie, iar valoarea **B** care îi corespunde este una din mărimile caracteristice importante ale materialelor feromagnetice.

În cazul scăderii treptate a intensităţii cîmpului, se constată că variaţia inducţiei nu urmăreşte curba iniţială, dînd valori mai mari decît cele corespunzătoare acesteia. Dacă **H** devine egal cu zero (în cazul în care întrerupem excitaţia), inducţia **B** nu dispare, ci are o anumită valoare pozitivă în funcţie de materialul magnetic (punctul *2*). Această valoare este numită magnetizare remanentă sau remanenţă şi reprezintă una din mărimile cele mai caracteristice ale materialelor magnetice.

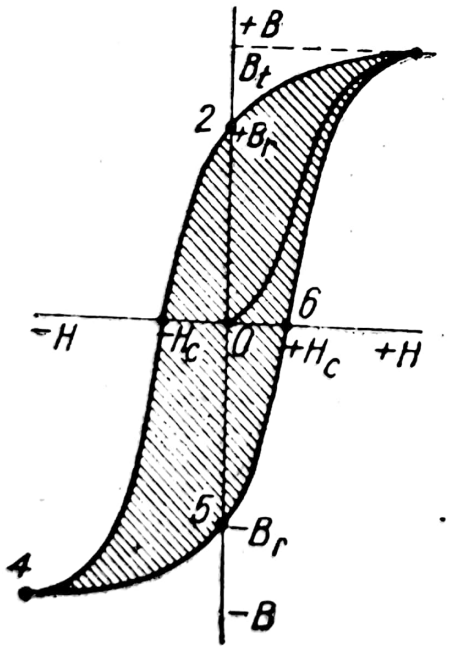

Fig. 1. Curba de magnetizare a unui material feromagnetic.

Valoarea magnetizării remanente se poate citi imediat, ea fiind indicată de intersecţia curbei de magnetizare cu axa ordonatelor. În cazul măririi cîmpului în sens contrar, se constată că inducţia magnetică devine nulă numai pentru o anumită valoare negativă a intensităţii cîmpului (punctul *3*). Această mărime, care diferă de la un material la

Scanned with OKEN Scanner

altul, se numeşte forţă coercitivă şi este altă mărime caracteristică a materialelor magnetice. Forţa coercitivă poate fi de asemenea stabilită uşor, fiind determinată de intersecţia curbei de magnetizare cu axa absciselor.

Mărind mai departe în sensul negativ intensitatea cîmpului, se constată o variaţie analogă a inducţiei magnetice cu cea observată în cazul valorilor pozitive ale acesteia. Vom ajunge şi aici la limita de saturaţie corespunzătoare unei anumite valori **H** (punctul 4). În cazul micşorării intensităţii cîmpului şi apoi la creşterea lui în domeniul pozitiv, alura curbei este cea stabilită anterior: intersecţiile cu axa ordonatelor (verticală) şi cu cea a absciselor (orizontală) reprezintă valorile magnetizării remanente şi ale forţei coercitive egale şi de semn contrar cu cele anterioare (punctele 5 şi 6). La limita de saturaţie din domeniul pozitiv, curba se închide întîlnind pe cea existentă. Curba de magnetizare descrisă reprezintă un ciclu întreg de magnetizare (magnetizare pozitivă, demagnetizare, magnetizare negativă, demagnetizare).

O anumită parte a energiei de magnetizare a materialului, aşa numita pierdere de magnetizare (prin histerezis), depinde de asemenea de material, fiind proporţională cu mărimea suprafeţei închise de curba de magnetizare.

Dacă aşezăm materialul magnetic într-un cîmp magnetic de o valoare constantă şi modificăm într-o mică măsură intensitatea cîmpului în jurul acestei valori, vom obţine pe curba de magnetizare curbe minore de histerezis. Axa longitudinală a acestora şi axa orizontală închid un unghi mai mic decît cel corespunzător punctului respectiv de pe curba de magnetizare. Tangenta trigonometrică a acestui unghi mai mic se numeşte permeabilitate reversibilă. Cele expuse mai sus ne arată că, practic, o magnetizare cu un curent alternativ, care are loc într-un miez de fier premagnetizat cu un curent continuu, va prezenta o permeabilitate sensibil mai mică decît fără premagnetizare.

Trebuie să mai amintim în cîteva cuvinte pierderile prin curenţi Foucault. În miezul de fier magnetizat iau naştere, datorită inducţiei, curenţi electrici care produc căldură. Micşorarea acestor pierderi se poate realiza prin mărirea rezistenţei materialului feromagnetic. Această

Scanned with OKEN Scanner

problemă se rezolvă pe de o parte prin producerea unor aliaje corespunzătoare, iar pe de altă parte prin secționarea miezului de fier în foi subțiri.

Teoria atomică a magnetismului

Comportarea materialelor magnetice poate fi explicată sugestiv prin așa numita teorie atomică a magnetismului. Materialele magnetice sînt formate din mici dipoli magnetici elementari, care se găsesc într-o stare cu totul dezordonată, astfel că își anulează reciproc cîmpul de forțe și nu prezintă în exterior nici un efect magnetic (fig. 2).

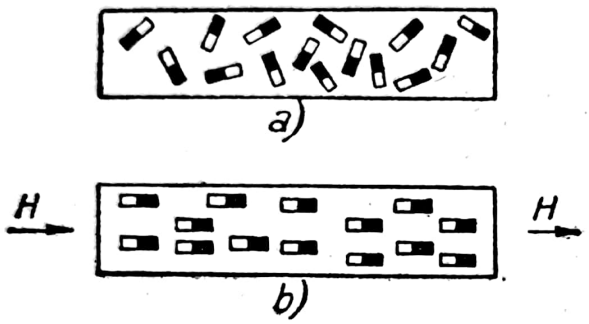

Fig. 2. Dipolii magnetici elementari din materialele feromagnetice în stare dezordonată (*a*) și în stare ordonată sub efectul cîmpului exterior (*b*).

Dacă materialul se introduce într-un cîmp magnetic, sub efectul cîmpului exterior, magneții elementari se dispun în direcția cîmpului ca niște mici ace magnetice. Numărul dipolilor magnetici elementari care se așază în direcția cîmpului este proporțional cu mărimea cîmpului exterior. După ce toți dipolii s-au așezat în direcția cîmpului, mărirea acestuia nu mai produce o sporire a liniilor de forță; am atins astfel limita de saturație.

Mișcarea magneților elementari se produce cu frecare și după cum știm, frecarea produce căldură. Această căldură reprezintă pierderile prin histerezis.

Materiale magnetice dure și moi

Am mai amintit că valorile citite pe curba de magnetizare sînt deosebit de caracteristice pentru materialul feromagnetic respectiv. Pe baza proprietăților de mai sus, materialele magnetice se împart în două categorii: materiale dure și materiale moi. Materialele din prima catego-

Scanned with OKEN Scanner

rie sînt caracterizate prin forţă coercitivă şi magnetizare remanentă mari, permeabilitate mică şi suprafaţă mare a curbei histerezis. Caracteristica materialelor din a doua categorie o constituie permeabilitate mare, forţa coercitivă mică, de obicei magnetizarea remanentă mai mică şi suprafaţa histerezis mai mică (fig. 3).

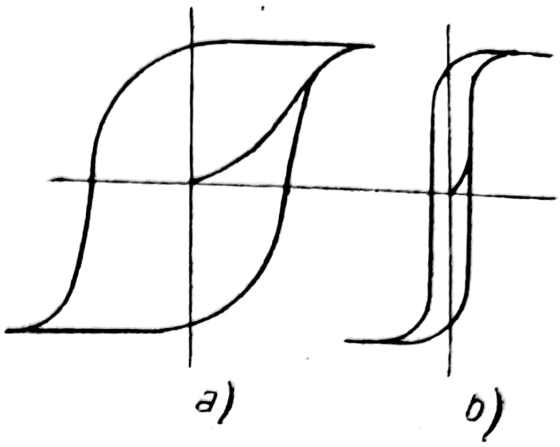

Fig. 3. Curba de magnetizare a materialelor magnetice dure (*a*) şi moi (*b*).

În cazul înregistrării magnetice, o importanţă hotărîtoare o are alegerea materialelor pentru capetele folosite la înregistrare şi redare, ca şi pentru banda folosită la păstrarea sunetului.

Pentru capete se folosesc numai materiale magnetice moi. La înregistrare este important ca inducţia magnetică ce apare în miezul de fier al capului să urmărească fidel variaţiile curentului de magnetizare. Această condiţie poate fi asigurată numai în cazul cînd după întreruperea excitaţiei, magnetizarea remanentă este neglijabilă. În acest scop trebuie să folosim materiale cu magnetizare remanentă şi forţă coercitivă mici.

Deoarece la redare avem la dispoziţie numai o energie foarte redusă, ne trebuie şi aici o permeabilitate mare, care, în cazul unei tensiuni mici de atac, să asigure totuşi o inducţie suficientă.

Adoptarea ştergerii prin curent de înaltă frecvenţă impune de asemenea utilizarea unor materiale cu pierderi mici, ştiut fiind că o parte din pierderile de magnetizare, şi anume pierderile prin histerezis, sînt proporţionale cu frecvenţa magnetizărilor, iar pierderile prin încălzire (curenţi turbionari) sînt proporţionale cu pătratul frecvenţei.

Cele mai corespunzătoare materiale pentru capete sînt diferitele aliaje feronichel. Dintre acestea, cea mai mare utilizare o cunosc aliajul permalloy-C, cuprinzînd 78,5%

Scanned with OKEN Scanner

nichel, 4% molibden și 17,5% fier, și aliajul miumetal, cu 75% nichel, 18% fier, 2% crom și 5% cobalt. Ambele materiale își dobîndesc calitățile magnetice numai în urma unui tratament termic deosebit de pretențios; după acest tratament, ele trebuie ferite de tensiuni interioare, care pot apare din cauza unor șocuri mecanice și care înrăutățesc aceste calități.

Spre deosebire de capete, banda folosită la înregistrare este confecționată dintr-un material magnetic dur. Pentru a realiza o bună înregistrare a semnalelor, ne trebuie o magnetizare remanentă mare, iar pentru evitarea demagnetizării avem nevoie de o forță coercitivă mare. O înregistrare convenabilă a semnalelor de diferite frecvențe stabilește și raportul dintre cele două valori.

Vom reveni mai pe larg asupra acestei probleme precum și asupra unor alte date legate de materialul purtătoarelor de sunet, în cadrul cap. II.

Inducția electrică

La trecerea în revistă a noțiunilor de bază trebuie să vorbim și despre fenomenul de inducție. Dacă deplasăm un conductor oarecare într-un cîmp magnetic în așa fel încît să taie liniile de forță, în acest conductor va lua naștere (se va induce) o forță electromotoare. În cazul unui cîmp omogen, dacă vom deplasa conductorul cu o viteză constantă, perpendicular pe liniile de forță, (fig. 4) valoarea tensiunii induse este dată de relația

$$U = \mathbf{B} \cdot l \cdot v \cdot 10^{-8} \text{ V},$$

în care:

B este densitatea liniilor de forță, în Gs;
l — lungimea conductorului, în cm;
v — viteza conductorului, în cm/s.

Această relație se poate obține și pe altă cale. Produsul lv din formula de mai sus nu este altceva decît mărimea suprafeței acoperite de conductor într-o secundă. Înmulțind această suprafață cu densitatea liniilor de forță (**B**) vom obține numărul de linii de forță inter-

Scanned with OKEN Scanner

sectat într-o secundă. Această valoare nu este altceva decît raportul dintre numărul total de linii de forţă (fluxul magnetic) şi timpul necesar pentru a le intersecta:

$$U = \frac{\Phi}{t} \; 10^{-8} \text{ V.}$$

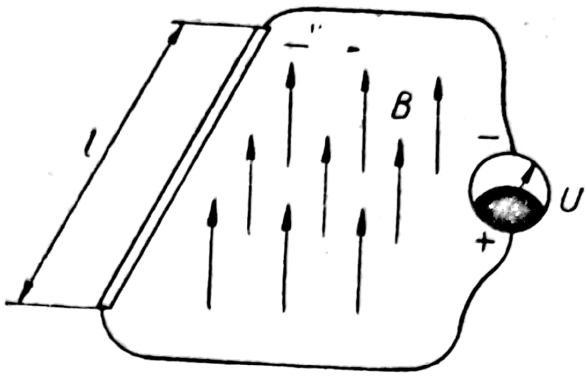

Fig. 4. Tensiunea indusă într-un conductor care se deplasează într-un cîmp omogen

Formula obţinută este valabilă şi în cazul unui cîmp neomogen şi a unei viteze variabile.

Deosebirea constă doar în trecerea la calculul cu un flux şi un timp infinit mici, cu alte cuvinte trebuie să diferenţiem ecuaţia de mai sus:

$$U = \frac{d\Phi}{dt} \; 10^{-8} \text{ V.}$$

Dacă în locul unui singur conductor, vom avea mai multe conductoare legate în serie, care intersectează liniile de forţă, forţele electromotoare induse în fiecare conductor se vor aduna. Va trebui deci ca formula de mai sus s-o înmulţim cu n, numărul de spire:

$$U = n \frac{d\Phi}{dt} \; 10^{-8} \text{ V.}$$

Intersectarea liniilor de forţă se poate realiza nu numai pe calea descrisă mai sus, adică prin deplasarea corespunzătoare a conductorului sau a cîmpului magnetic, ci prin orişice variaţie a liniilor de forţă. În cazul unui electromagnet, se poate obţine variaţia fluxului chiar prin variaţia tensiunii de alimentare.

2. BAZELE TEORETICE ALE ÎNREGISTRĂRII MAGNETICE

Înregistrarea magnetică a sunetului constă din trei operaţii: înregistrarea, redarea şi ştergerea. Cu toată că în

Scanned with OKEN Scanner

practică operaţia de ştergere se desfăşoară înaintea operaţiei de înregistrare, vom păstra totuşi ordinea de mai sus spre a putea asigura o mai bună înţelegere a fenomenului.

Înregistrarea

E cunoscut faptul că, la înregistrare, energia acustică este transformată prin intermediul microfonului în energie electrică, care atacă apoi o instalaţie de amplificare. Aceasta, după o amplificare corespunzătoare, ne furnizează un curent electric care este proporţional cu sunetul iniţial.

Introducînd acest curent într-o bobină, vom obţine un cîmp magnetic proporţional cu energia acustică. Desigur că valoarea cîmpului magnetic va creşte sensibil dacă în interiorul bobinei vom aşeza un miez de fier. Bobina cu miez de fier — capul de înregistrare — este unul din elementele cele mai importante ale magnetofonului.

Forma capului poate fi foarte variată. Iată de exemplu unul din capetele cele mai simple compus din două piese în formă de U cu braţele inegale. Aceste piese, formate din plăci de permalloy sau miumetal, se aşază una peste cealaltă ca în fig. 5.

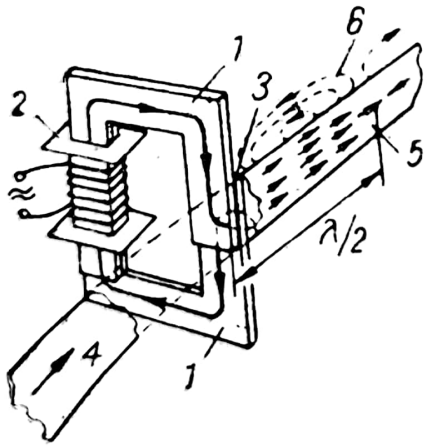

Fig. 5. Înregistrarea magnetică a sunetului:
1 — miezul de fier al capului; *2* — bobina de excitaţie; *3* — plăcuţa nemagnetică; *4* — banda de magnetizat; *5* — bandă magnetizată; *6* — cîmpul magnetic exterior al benzii.

Braţele mai lungi se suprapun fără un spaţiu de aer între ele, iar între cele mai scurte se aşază o plăcuţă subţire din material nemagnetic. Curenţii de audiofrecvenţă, care ies din ultimul etaj al amplificatorului, trec prin bobina aşezată în partea posterioară a capului.

Să introducem curentul în bobină. Traiectoria liniilor de forţă magnetice poate fi văzută pe figură. Aceste linii care trec prin miezul de fier sînt obligate să se închidă la întrefier prin plăcuţa din material nemagnetic. Să aşezăm acum în faţa capului banda

Scanned with OKEN Scanner

de magnetizat. Pe baza legii lui Ohm aplicată la circuitele magnetice, marea majoritate a liniilor de forță se vor închide prin bandă, care prezintă o rezistență magnetică mică.

Liniile de forță care pătrund prin bandă o magnetizează proporțional cu intensitatea curentului de magnetizare. Este evident că, la variația curentului în ritmul audiofrecvenței, fiecare porțiune elementară a benzii care se deplasează în fața capului ajunge în cîmpul magnetic corespunzător valorii instantanee a curentului din capul de înregistrare.

La studierea noțiunilor de bază ale magnetismului s-a văzut că, după întreruperea cîmpului magnetizant, mai rămîne în materialul demagnetizat o magnetizare remanentă proporțională cu cîmpul magnetic. În bandă va rămîne deci o magnetizare remanentă proporțională cu cîmpul magnetizant corespunzător energiei acustice.

Iată deci că am atins ceea ce ne-am propus și am înregistrat sunetele dorite.

Cîmpul magnetic exterior al benzii și redarea

Am stabilit mai înainte că magnetismul este caracterizat prin existența unui cîmp de forțe. Rezultă deci că și banda magnetică are un cîmp de forțe. Să cercetăm cum se prezintă acest cîmp în cazul înregistrării unui semnal sinusoidal. Porțiunile elementare ale benzii sînt magnetizate în ritmul sinusoidei, la început crescînd și descrescînd în semiperioada pozitivă și apoi la fel în semiperioada negativă.

Între diferitele porțiuni magnetizate diferit se găsesc porțiuni care nu sînt magnetizate. Deoarece o astfel de porțiune magnetizată pozitiv, respectiv negativ, corespunde la cîte o semiperioadă pozitivă sau negativă a semnalului sinusoidal, vom considera lungimea ei ca o jumătate de lungime de undă a sunetului înregistrat.

Lungimea de undă a sunetului înregistrat (λ) este direct proporțională cu viteza benzii (v) și invers proporțională cu frecvența (f) adică $\lambda = \frac{v}{f}$, deci cu cît este mai mică

Scanned with OKEN Scanner

viteza și cu cît mai mare frecvența, cu atît este mai mică lungimea de undă (v. fig. 5).

Astfel, de-a lungul unei jumătăți de lungimi de undă, magnetizarea benzii se schimbă atît ca mărime cît și ca direcție. Schimbarea magnetizării se produce datorită variației numărului de linii de forță care caracterizează cîmpul magnetic. Din bandă ies și intră linii de forță. Aceste linii de forță care se închid prin exteriorul benzii produc un cîmp magnetic exterior care creează posibilitatea de a reda semnalele înregistrate. În acest scop vom intersecta cu un conductor oarecare liniile de forță produse de cîmpul magnetic exterior.

La aceasta servește capul de redare care, ca realizare, este foarte asemănător cu cel de înregistrare, descris mai înainte (fig. 6).

Atunci cînd o porțiune magnetizată a benzii ajunge în fața capului de redare, liniile de forță care ies din bandă pătrund prin miezul de fier al capului de redare, care reprezintă de fapt o rezistență magnetică mică. Deoarece în partea frontală a capului există o placă nemagnetică — ca și la capul de înregistrare — liniile vor trece prin tot miezul de fier și, întorcîndu-se prin partea cealaltă a întrefierului, se închid din nou prin bandă.

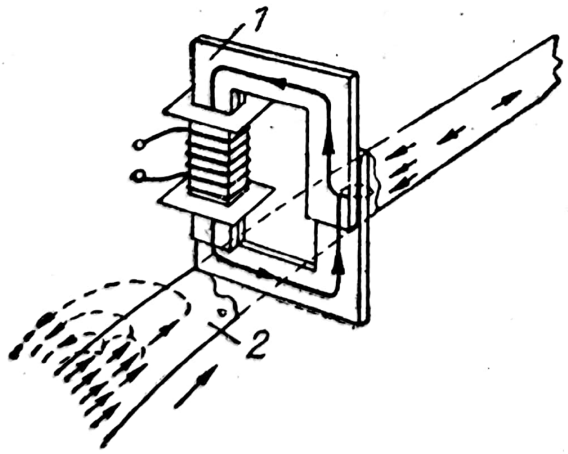

Fig. 6. Redarea benzii magnetizate:

1 — cap de redare; 2 — bandă magnetizată.

Dacă acum vom deplasa banda, numărul de linii de forță se schimbă în funcție de magnetizarea benzii: în bobina capului va lua naștere o forță electromotoare de inducție în ritmul variației liniilor de forță. Această tensiune de audiofrecvență poate fi amplificată printr-un amplificator, iar sunetul poate fi reprodus cu ajutorul unui transductor electroacustic (difuzor).

Scanned with OKEN Scanner

Polarizarea

La înregistrare se pune problema de a păstra caracteristicile inițiale ale semnalului. Analizînd această problemă, vom constata că prin metoda descrisă mai sus nu vom putea nici pe departe să satisfacem condițiile de redare fidelă a sunetului pe care le dorim. Studiind fig. 7 vom constata că pînă și în cazul înregistrării unui semnal

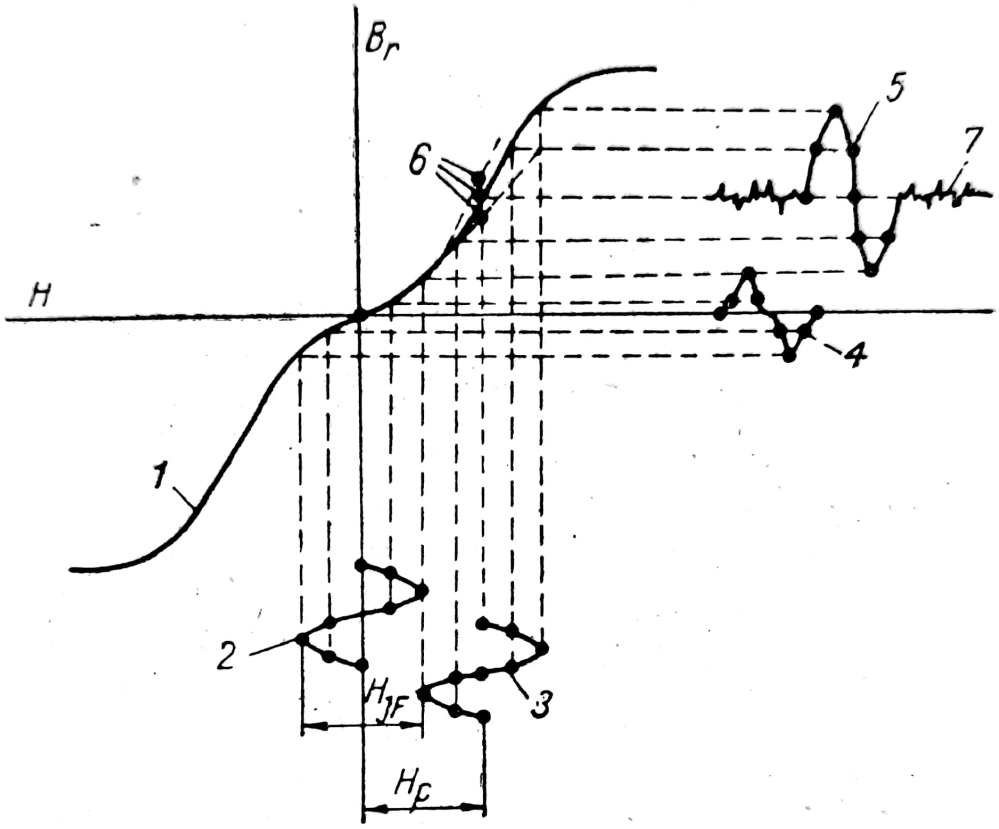

Fig. 7. Distorsiunile produse la înregistrare și eliminarea lor prin polarizare cu curent continuu:

1 — curba reprezentînd relația dintre *H* și *Br* (magnetizarea remanentă); *2* — tensiunea de atac de audio-frecvență; *3* — polarizarea de curent continuu + tensiunea de atac de audiofrecvență; *4* — semnalul distorsionat înregistrat pe bandă; *5* — semnal nedistorsionat datorită utilizării polarizării; *6* — oscilațiile punctului de funcționare din cauza neomogenității benzii; *7* — zgomote produse din cauza oscilațiilor punctului de funcționare.

sinusoidal pur, vom obține la redare un semnal puternic distorsionat.

Dacă vom privi curba de magnetizare a benzii ne va apărea imediat cauza distorsiunilor. Din această curbă se poate deduce ușor relația dintre magnetizarea remanentă și curentul de magnetizare.

Scanned with OKEN Scanner

La înregistrare, magnetizarea porneşte din punctul O. În jurul acestuia curba de magnetizare remanentă a benzii prezintă o curbură pronunţată. Din teoria tuburilor electronice ştim că utilizarea unui punct de funcţionare în cotul inferior sau superior al caracteristicii tubului produce distorsiuni puternice. Aici situaţia este asemănătoare. În jurul punctului O curba magnetizării remanente nu asigură un raport constant între cîmpul magnetizant şi magnetizarea remanentă. În fig. 7 am construit, cu ajutorul curbei, semnalul distorsionat. După cum se vede, apariţia armonicilor superioare impare produce distorsionarea puternică a semnalului iniţial. Ieşirea din acest impas rezultă tot din studierea curbei de magnetizare. Aceasta prezintă o porţiune dreaptă relativ lungă între curbura din apropierea punctului de pornire şi cea din apropierea punctului de saturaţie. E indicat să aşezăm punctul de pornire al magnetizării de audiofrecvenţă, (să-l numim punct de funcţionare, în mod analog cu punctul de funcţionare al tuburilor electronice) în mijlocul porţiunii drepte. În cazul tuburilor electronice această problemă e rezolvată prin utilizarea unei tensiuni continue, tensiunea de negativare a grilei tubului.

În cazul nostru punctul de funcţionare este deplasat în punctul indicat, cu ajutorul unui curent continuu de polarizare.

Dacă pe fig. 7 vom construi magnetizarea remanentă a benzii şi pentru cazul polarizării, vom obţine un semnal nedistorsionat şi amplificat datorită pantei mai mari pe care o are curba de magnetizare. Polarizarea cu curent continuu elimină deci distorsiunile. Metoda este însă deosebit de nefavorabilă din punctul de vedere al zgomotului de fond.

Materialul benzii nu este niciodată omogen. Observaţia se referă mai ales la benzile din material plastic pe care se aplică un strat magnetic. Neomogenitatea benzii se manifestă şi în ceea ce priveşte proprietăţile ei magnetice. Permeabilitatea şi magnetizarea remanentă se modifică în mică măsură de la un punct la altul, şi această variaţie nu produce nici un fel de zgomot în lipsa magnetizării. În cazul polarizării cu curent continuu însă,

Scanned with OKEN Scanner

variaţia acestor proprietăţi produce oscilaţia permanentă a punctului de funcţionare.

Această oscilaţie aduce cu sine modificarea nivelului magnetizării remanente, ceea ce se manifestă la redare sub formă de zgomot (v. fig. 7).

Micşorarea simultană a distorsiunilor şi a zgomotului de fond poate fi obţinută cu ajutorul polarizării de înaltă frecvenţă. Să introducem în capul de înregistrare un curent a cărui frecvenţă să fie mai mare decît limita superioară a spectrului sonor (16—20 kHz), iar intensitatea de două-trei ori mai mare decît aceea a curentului de audiofrecvenţă folosit. Cu ajutorul curbei de magnetizare remanentă putem construi forma semnalului înregistrat pe bandă (fig. 8).

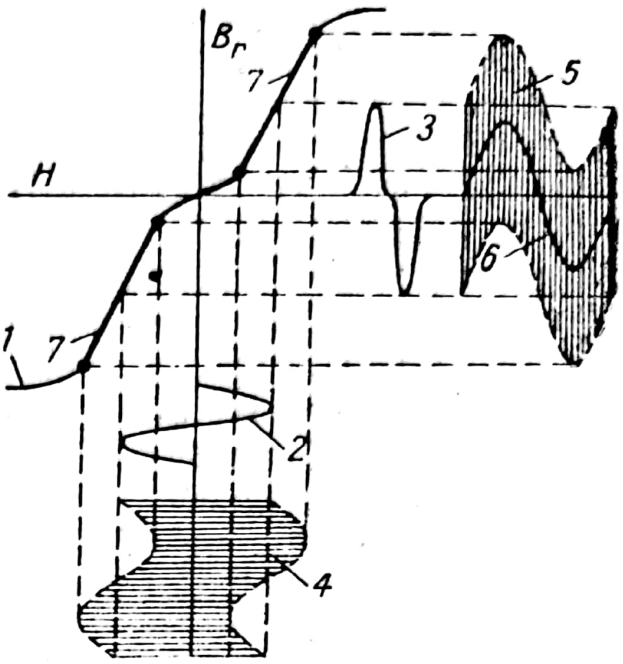

Fig. 8. Polarizarea de înaltă frecvenţă: *1* — curba reprezentînd relaţia dintre **H** şi B_r (magnetizarea remanentă); *2* — o perioadă a polarizării de înaltă frecvenţă; *3* — semnalul de înaltă frecvenţă distorsionat înregistrat pe bandă; *4* — tensiunea însumată de audio şi înaltă frecvenţă (înalta frecvenţă este prezentată haşurat); *5* — semnalul de înaltă frecvenţă distorsionat înregistrat pe bandă şi înfăşurătoarea acestuia semnalul de audiofrecvenţă nedistorsionat; *6* — semnalul care rămîne pe bandă în urma ntenuării semnalului de înaltă frecvenţă; *7* — porţiunile drepte ale curbei $H-B_r$, pe care le folosim pentru înregistrarea semnalului de înaltă frecvenţă.

Se observă că în jurul originii, semnalul prezintă o puternică distorsiune. Să introducem acum în capul de înregistrare, în afara semnalului de înaltă frecvenţă, un semnal de audiofrecvenţă sinusoidal. Cei doi curenţi care trec prin capul de înregistrare se adună în fiecare moment; curentul rezultant este reprezentat în fig. 8 sub forma unui semnal de înaltă frecvenţă cu două înfăşurătoare paralele de audiofrecvenţă.

Să vedem cum se va prezenta magnetizarea remanentă a benzii. Observăm că semnalele de înaltă frecvenţă pu-

484354

BIBLIOTECA JUDEŢEANĂ „GH ASACHI" IAŞI

Scanned with OKEN Scanner

ternic distorsionate sînt mărginite de curbe de audiofrecvenţă nedistorsionate. Acest rezultat, surprinzător în primul moment, poate fi înţeles dacă luăm în consideraţie faptul că punctul de funcţionare al curentului de audiofrecvenţă care circulă prin capul de înregistrare se găseşte în cele două porţiuni drepte ale curbei de magnetizare remanentă. Dacă relaţia dintre curentul de magnetizare şi magnetizarea remanentă se reprezintă printr-o dreaptă, atunci nu apar distorsiuni neliniare.

Întrebarea care se pune este: cum vom putea auzi acest semnal? Răspunsul este simplu. Separarea celor două semnale de frecvenţă diferită, în ipoteza că frecvenţa curentului de polarizare este un multiplu al frecvenţei limită a spectrului sonor, se poate realiza cu orice fel de filtru trece-jos. Un astfel de filtru este chiar urechea omenească, deoarece ea nu este sensibilă la sunetele a căror frecvenţă este mai mare ca 16—20 kHz.

În afară de aceasta, la înregistrarea magnetică apar diferite atenuări care îşi fac efectul în primul rînd în domeniul frecvenţelor mai înalte. Ca urmare a acestora, după capul de redare componenta de înaltă frecvenţă este atît de redusă, încît nici nu mai este necesară proprietatea de filtru a urechii.

Studiul acestor atenuări dependente de frecvenţă va fi reluat în capitolele următoare.

Să examinăm acum efectul polarizării de înaltă frecvenţă asupra zgomotului. În cazurile cînd nu avem componenta de audiofrecvenţă, nu se va produce zgomot de fond din cauza neomogenităţii benzii. Într-adevăr, în timp ce la polarizarea cu curent continuu se produce magnetizarea benzii într-un singur sens, aici avem atît magnetizări pozitive cît şi negative, astfel că valoarea medie a magnetizării, care produce sunetul, este egală cu zero. Această situaţie nu se schimbă chiar dacă proprietăţile benzii se modifică punct cu punct, deoarece creşterile sau scăderile magnetizării se produc în ambele direcţii şi valoarea medie rămîne nulă.

Bineînţeles că, dacă în afara curentului de polarizare, prin capul de înregistrare va circula şi un curent de audiofrecvenţă, zgomotul va apare în aceleaşi condiţii ca

Scanned with OKEN Scanner

și la polarizarea cu curent continuu. Acest zgomot este însă pe de o parte mai mic, iar pe de altă parte apare o dată cu semnalul înregistrat, astfel că ne deranjează mult mai puțin decît în cazul cînd este auzit și în pauzele dintre semnalele înregistrate.

Rezumînd acum modul de lucru și efectul celor două sisteme de polarizare, vom constata că, deși rezultatele diferă substanțial, totuși bazele teoretice sînt aceleași. Polarizarea cu curent continuu situează punctul de funcționare pe una dintre porțiunile drepte ale caracteristicii magnetizării remanente. În același timp, polarizarea de înaltă frecvență folosește ambele porțiuni drepte ale caracteristicii pentru înregistrarea înfășurătoarei de audiofrecvență. În primul caz, polarizarea asimetrică produce zgomot de fond ca urmare a oscilațiilor proprietăților magnetice ale benzii, în timp ce la al doilea sistem, prin magnetizarea simetrică, variațiile egale și de semn contrar ale magnetizării remanente se anulează reciproc.

Autodemagnetizarea și efectul întrefierului

Vorbind despre polarizarea de înaltă frecvență, am amintit despre mai multe atenuări al căror efect apare pe de o parte la înregistrare și pe de altă parte la redare, acționînd în primul rînd asupra semnalelor de frecvență mai înaltă. Dintre acestea, trebuie să ne ocupăm mai pe larg de două efecte: unul este autodemagnetizarea benzii, iar al doilea așa numitul efect al întrefierului.

Cîmpul magnetic al semnalului sinusoidal înregistrat pe bandă are aproape aceeași alură ca acela al unor magneți elementari liniari, cu aceeași polaritate și cu o lungime echivalentă cu o jumătate de lungime de undă a semnalului.

Să înlocuim banda cu înlănțuirea acestor așa numiți magneți în jumătate de lungime de undă. Aceștia sînt cu atît mai scurți, cu cît este mai mare frecvența semnalului înregistrat.

Atît timp cît banda este în contact cu capul de înregistrare, liniile de forță ale magnetului în semiundă se închid prin miezul de fier al capului. După ce banda a

Scanned with OKEN Scanner

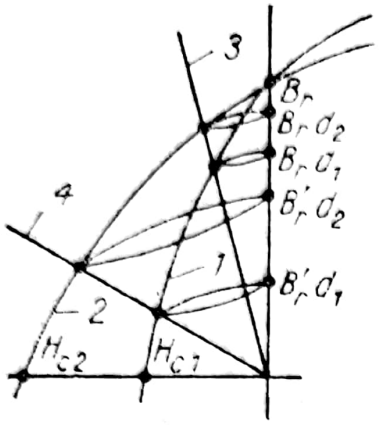

Fig. 9. Autodemagnetizarea:

1 — curba de magnetizare a unui material cu forță coercitivă mică; 2 — curba de magnetizare a unui material cu forță coercitivă mare; 3 — curba de demagnetizare pentru lungimi de undă mari; *4* — curba de demagnetizare pentru lungimi de undă mici.

părăsit capul de înregistrare, liniile de forță sînt obligate să se închidă prin aer. Porțiunea de aer din circuitul magnetic micșorează valoarea magnetizării remanente a benzii, după cum se indică în curba de magnetizare din fig. 9.

Această atenuare este cu atît mai mare, cu cît este mai mare lungimea drumului prin aer în raport cu lungimea magnetului în semiundă. Prin micșorarea lungimii de undă, adică la creșterea frecvenței semnalului, se produce tocmai o creștere a raportului drumul prin aer/drumul prin bandă. Atenuarea magnetizării benzii se mărește o dată cu creșterea frecvenței.

Atunci cînd banda ajunge la capul de redare, închiderea liniilor de forță se produce iar prin miezul de fier al capului, adică printr-un material cu reluctanță mică. Am putea să credem că acest fapt ar avea ca rezultat recăpătarea remanenței inițiale a benzii. Se produce într-adevăr o creștere a lui **B**, însă valoarea inițială $\mathbf{B}_r$ nu poate fi atinsă, deoarece valorile **B** de pe curba de magnetizare sînt totdeauna mai mici decît cele de pe curba de demagnetizare.

În fig. 9 s-a arătat că la lungimile de undă mai mari, autodemagnetizarea poate fi neglijată, în schimb la lungimile de undă mici, aceasta este foarte însemnată. Din curba de magnetizare rezultă de asemenea că, în cazul utilizării materialelor cu remanență mai mare, valoarea **B** după demagnetizare este și ea mai mare, dar că mărimea demagnetizării raportată la valoarea inițială $\mathbf{B}_r$ rămîne practic neschimbată (curba *1*). În același timp, creșterea forței coercitive (curba *2*) — păstrînd constantă valoarea remanenței — dă rezultate favorabile din punct de vedere al demagnetizării specifice. În cazul benzilor

Scanned with OKEN Scanner

magnetice, raportul forță coercitivă/remanență este o caracteristică foarte importantă; mărirea acestui raport este absolut necesară pentru a obține o înregistrare bună a sunetelor înalte, mai ales la aparatele cu viteză mică (unde chiar la frecvențele audio mijlocii, lungimea de undă este destul de mică).

Bineînțeles că efectul scăderii remanenței datorită autodemagnetizării apare și la redare. La aceste frecvențe, numărul liniilor de forță care ies din bandă este mai mic, astfel că și forța electromotoare indusă în cap este mai mică. Micșorarea fluxului în funcție de lungimea de undă este dată de următoarea formulă experimentală

$$\Phi_{dem} = \Phi_{in}\, e^{-\frac{\lambda_1}{\lambda}},$$

în care:

Φ_{dem} este fluxul după autodemagnetizare;
Φ_{in} — fluxul inițial;
e — 2,72 (baza logaritmilor naturali);
λ — lungimea de undă a semnalului înregistrat;
λ_1 — lungimea de undă caracteristică a benzii.

Din această formulă rezultă că atenuarea forței electromotoare induse (în dB) este

$$D_{dem} = 20 \lg e^{\frac{\lambda_1}{\lambda}} = 8{,}68\, \frac{\lambda_1}{\lambda},$$

valoarea λ_1 fiind una din caracteristicile importante ale benzilor. Ea reprezintă acea lungime de undă la care, în urma autodemagnetizării, atenuarea nivelului semnalului este egală cu 8,68 dB, adică cu 1 Neper. Variația factorului $e^{\frac{\lambda_1}{\lambda}}$ pentru diferite lungimi de undă este dată în fig. 10.

Tabela 1 cuprinde valorile factorului $e^{-\frac{\lambda_1}{\lambda}}$ și D_{dem} la frecvențe, respectiv lungimi de undă mai importante, pentru o bandă având $\lambda_1 = 100\ \mu$.

Scanned with OKEN Scanner

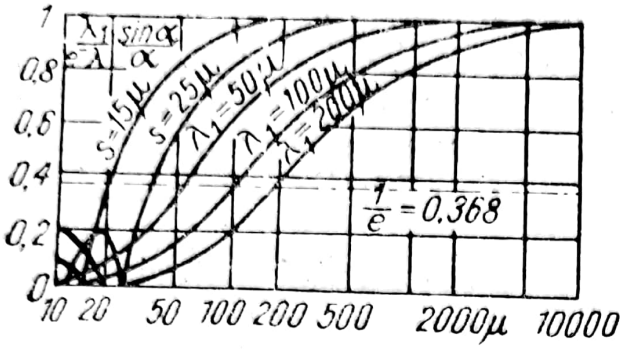

Fig. 10. Variaţia factorilor $\frac{\sin\alpha}{\alpha}$ şi $e^{-\frac{\lambda_1}{\lambda}}$ în funcţie de λ.

Un alt factor care apare la redare este efectul întrefierului. Din motive constructive, lăţimea plăcuţei nemagnetice introdusă în partea frontală a capului de redare nu poate fi coborîtă sub 5—10 μ. Datorită creşterii frecvenţei semnalului de înregistrat, sau a micşorării vitezei benzii, uneori lungimea de undă a semnalului se apropie de această valoare, sau devine chiar mai mică decît ea (fig. 11).

La o viteză de 9,5 cm/sec şi pentru o frecvenţă de 9 500 Hz, lungimea de undă a semnalului înregistrat este de 10μ. Fără nici o demonstraţie deosebită se poate vedea că, atunci cînd lungimea de undă este apropiată sau chiar mai mică decît lăţimea întrefierului, o parte sau chiar toate liniile de forţă nu trec prin capul de redare, ci se închid direct prin întrefier. Rezultă deci că la toate frecvenţele la care lungimea de undă — care depinde de fapt şi de viteza benzii — este egală cu mărimea întrefierului sau se cuprinde exact de mai multe ori în el, ($s = n\lambda$, în care s este lăţimea întrefierului, $n = 1, 2, 3, \ldots$), liniile de forţă nu se vor închide prin cap, iar forţa electromotoare indusă va fi nulă. Atenuarea datorită efectului întrefierului este dată de relaţia

$$\Phi_c = \Phi_b \frac{\sin\alpha}{\alpha},$$

în care:

Φ_c este numărul liniilor de forţă care pătrund prin cap;

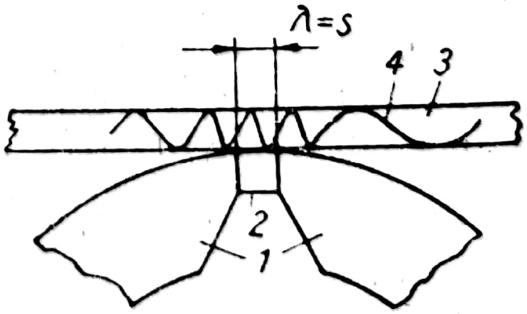

Fig. 11. Efectul întrefierului:
1 — miezul de fier al capului; 2 — întrefierul; 3 — banda; 4 — semnalul înregistrat pe bandă.

Tabela 1

Lungimea de undă în μ	Frecvența în kHz				Factorul întrefierului, $\frac{\sin \alpha}{\alpha}$						Factorul de autodemagnetizare	$e^{-\frac{\lambda_1}{\lambda}}$ $\lambda_1 = 100\mu$	Atenuarea autodemagnetizării în dB raportată la punctul de vîrf
	762	381	190,5	95	$s = 20\mu$		$s = 10\mu$		$s = 5\mu$				
	la o viteză de, în mm/s					$D_{întrefier}$ dB		$D_{întrefier}$ dB		$D_{întrefier}$ dB		D_{dem} dB	
127	6	3	1,5	0,75	0,965	0,3	0,99	0,1	1	0	0,456	6,8	
95,2	8	4	2	1	0,93	0,65	0,985	0,14	1	0	0,35	9,15	
76,2	10	5	2,5	1,25	0,895	1	0,975	0,2	1	0	0,27	11,4	
63,5	12	6	3	1,5	0,85	1,4	0,965	0,3	0,99	0,1	0,208	13,6	
54,4	14	7	3,5	1,75	0,79	2,1	0,95	0,44	0,99	0,1	0,159	16	2,6
47,6	16	8	4	2	0,735	2,7	0,93	0,65	0,985	0,14	0,122	18,3	3,8
42,3	18	9	4,5	2,25	0,675	3,5	0,91	0,8	0,985	0,14	0,094	20,6	5,1
38,1	20	10	5	2,5	0,6	4,44	0,895	1	0,975	0,2	0,073	22,8	6,4
25,4	30	15	7,5	3,75	0,242	12,3	0,76	2,4	0,935	0,6	0,019	34,4	14,6
19,05	40	20	10	5	0,052	25,7	0,6	4,44	0,89	1,04	0,005	45,6	23,6

Scanned with OKEN Scanner

Φ_b — numărul liniilor de forţă exterioare ale benzii;

$\alpha = \frac{\pi s}{\lambda}$;

s — lăţimea întrefierului, în μ;

λ — lungimea de undă, în μ,

iar atenuarea tensiunii (în dB), de relaţia

$$D_{întrefier} = 20 \lg \frac{\alpha}{\sin \alpha}.$$

Variaţia factorului $\frac{\sin \alpha}{\alpha}$ în funcţie de frecvenţă este arătată în fig. 10. Tabela 1 cuprinde valorile $\frac{\sin \alpha}{\alpha}$ şi $D_{întrefier}$ la frecvenţe, respectiv lungimi de undă, importante, pentru diferite lăţimi ale întrefierului.

În cele expuse mai înainte am văzut că banda are un cîmp magnetic cu o anumită direcţie. Dacă întrefierul nu este perpendicular pe direcţia liniilor de forţă, întrefierul devine în mod aparent atît de lat cît este proiecţia lui pe direcţia magnetizării.

Din acest motiv, este important ca întrefierul să fie mereu perpendicular pe direcţia magnetizării, deoarece în caz contrar — mai ales la frecvenţele înalte — apare o puternică atenuare a nivelului.

Curba de frecvenţă a capului de redare

Cunoscînd factorii care la frecvenţele mai înalte au un efect de atenuare, vom încerca să construim curba de frecvenţă a capului de redare neîncărcat (în gol).

În conformitate cu legea inducţiei electrice, tensiunile obţinute la bornele capului sînt proporţionale cu viteza de intersectare a liniilor de forţă. Dacă la înregistrare magnetizarea benzii s-a făcut pentru fiecare frecvenţă cu un cîmp magnetizant constant şi se neglijează deocamdată atenuările amintite mai sus, tensiunea obţinută la bornele capului de redare va creşte proporţional cu frecvenţa. Acest fapt rezultă chiar din legea inducţiei, deoa-

Scanned with OKEN Scanner

rece tensiunea indusă este proporţională cu viteza de tăiere a liniilor de forţă. Într-un sistem de coordonate rectangulare frecvenţă — tensiune, curba de frecvenţă a redării, pentru cazul ideal cînd neglijăm pierderile, este o dreaptă. Dacă frecvenţa creşte la dublu, şi tensiunea se va dubla. Cu alte cuvinte, mai putem spune că panta dreptei este de 6 dB/octavă (fig. 12, *a*). Curba de frecvenţă reală diferă de cea ideală (dreapta) prin efectul pierderilor produse de atenuări.

Din cele expuse mai înainte, se ştie că din cauza autodemagnetizării se produce o atenuare la sunetele înalte care, la lungimea de undă λ_1, respectiv la frecvenţa $f_1 = \frac{v}{\lambda_1}$, este egală tocmai cu 8,66 dB. Să trasăm deci sub dreapta cu panta de 6 dB/octavă, o paralelă cu 8,66 dB mai jos (fig. 12, *b*). Punctul obţinut prin intersecţia acestei drepte cu o perpendiculară ridicată din punctul f_1 se va găsi pe noua curbă. Cu ajutorul formulelor corespunzătoare, vom calcula atenuările la toate frecvenţele şi vom obţine curba c.

Pînă acum însă, nu am luat în consideraţie pierderile produse de efectul întrefierului. Citind din tabela prezentată mai înainte atenuările corespunzătoare la diferite frecvenţe şi măsurîndule în sens negativ, din punctele curbei *c*, vom obţine curba *d*. Calculele teoretice sînt bine verificate de practică prin măsurări. Curba *e* a fost obţinută prin măsurări şi se poate constata că la frecvenţele joase ea concordă întrutotul cu curba

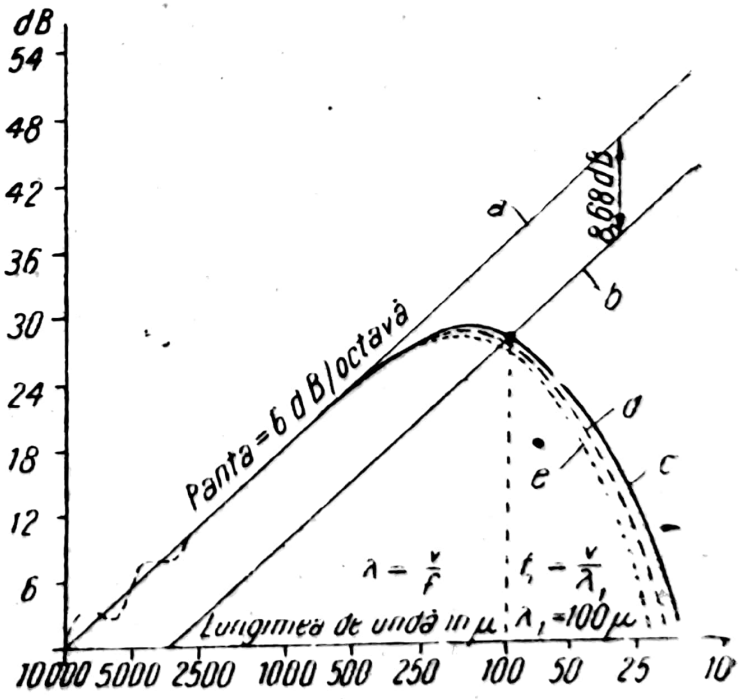

Fig. 12. Tensiunea obţinută la capul de redare.

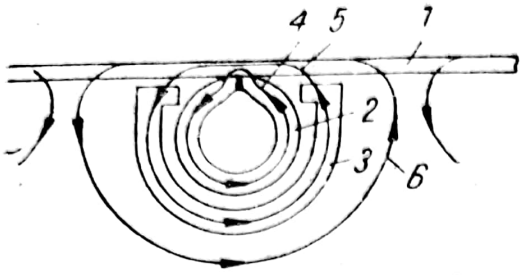

Fig. 13. Efectul lateral al întrefierului:

1 — banda; *2* — capul; *3* — ecran; *4* — liniile de forță care se închid prin capul de redare; *5* — liniile de forță care se închid prin ecran; *6* — liniile de forță care se închid prin exteriorul ecranului.

calculată (ideală). La frecvențele mai ridicate, valorile măsurate se găsesc sub cele calculate. Această diferență provine din alte pierderi produse în capul de redare (pierderi prin histerezis, prin curenți turbionari și pierderi suplimentare etc.).

Aceste atenuări sînt însă atît de mici, încît neglijarea lor nu produce o eroare prea mare. Trebuie să mai amintim deosebirile care apar la frecvențele foarte joase. Curba măsurată arată aici o anumită ondulație, produsă de așa-numitul efect lateral al întrefierului. Dispozitivul de prindere a capului, sau capacul ecran, împiedică — la lungimile de undă foarte mari — ca toate liniile de forță să se închidă prin capul de redare. În asemenea situații, o parte a liniilor de forță se închide prin ecran, prin dispozitivul de prindere, sau în afară de acestea, prin aer (fig. 13).

Raportul dintre numărul liniilor de forță care se închid prin interiorul și exteriorul capului depinde de lungimea de undă și de dimensiunile capului, respectiv ale ecranului.

O dată cu variația lungimii de undă, va trece prin capul de redare fie un număr mai mare, fie un număr mai mic de linii de forță și, din această cauză, tensiunea indusă oscilează periodic.

Ștergerea

Am lăsat la sfîrșit proprietatea care reprezintă cel mai important avantaj al înregistrării magnetice: ștergerea. Ștergerea este de fapt un proces fizic foarte simplu și, ca metodă de demagnetizare, este folosit și în alte domenii ale tehnicii. Ștergerea semnalelor înregistrate se poate face în două feluri, după cum și ștergerea semnelor desenate pe hîrtie se poate realiza cu două metode.

Scanned with OKEN Scanner

Prima metodă presupune că vom înnegri cu creionul toată foaia de hîrtie, iar a doua că vom şterge semnele.

În cazul ştergerii benzii magnetice, prima metodă constă în magnetizarea benzii pînă la saturaţie. Prin acest procedeu, fiecare punct al benzii este uniform, fiind magnetizat pînă la limita de saturaţie, astfel că după părăsirea capului, va rămîne pe toată banda remanenţa maximă (fig. 14).

Această metodă are acelaşi dezavantaj ca şi premagnetizarea cu curent continuu: magnetizarea benzii este numai teoretic constantă. În realitate însă, din cauza modificării permanente a proprietăţilor magnetice ale benzii, produsă de aderenţa imperfectă a purtătorului la cap, magnetizarea se schimbă în fiecare punct şi aceasta se manifestă la redare sub formă de zgomot.

Cazul al doilea îl constituie demagnetizarea. În cazul ştergerii prin demagnetizare, primul pas este totuşi o magnetizare şi anume pînă la limita de saturaţie ca şi în primul caz, cu deosebirea că aici magnetizarea nu se face într-un singur sens, ci este realizată cu un cîmp magnetic alternativ. Prin atingerea limitei de saturaţie, magnetizarea benzii devine uniformă în fiecare punct. Putem începe acum anularea magnetizării dirijată într-un singur sens.

Curentul alternativ care circulă prin bobina capului de ştergere, de o formă asemănătoare cu capul de înregistrare şi redare, produce un cîmp magnetic alternativ. Capul este prevăzut cu un întrefier foarte lat, astfel că intrarea şi ieşirea liniilor de forţă se produce pe o lungime mai mare decît la capul de înregistrare. Nu-

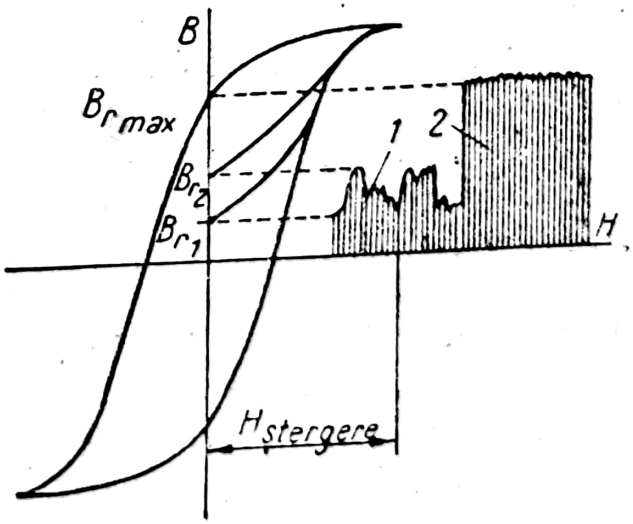

Fig. 14. Ştergerea cu cîmp continuu:
1 — remanenţa de pe bandă înainte de ştergere; *2* — remanenţa de pe bandă după ştergere (se poate vedea zgomotul produs).

Scanned with OKEN Scanner

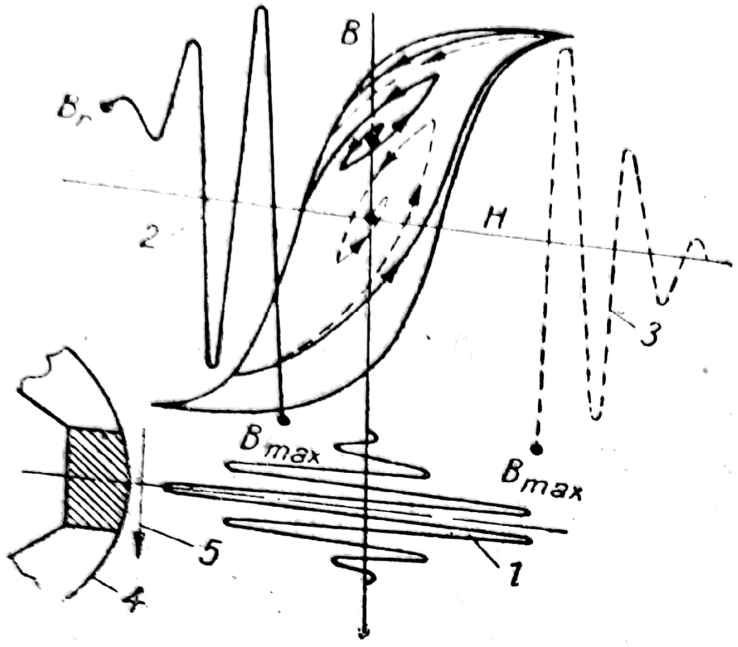

Fig. 15. Ştergerea cu cîmp alternativ de înaltă frecvenţă:
1 — variaţia în mărime şi sens a cîmpului magnetic care acţionează asupra unui punct al benzii în timpul trecerii prin faţa întrefierului; *2* — fazele magnetizării benzii; *3* — fazele demagnetizării benzii; *4* — miezul de fier al capului de ştergere; *5* — direcţia de deplasare a benzii.

mărul de linii de forţă exterioare este maxim la mijlocul întrefierului descrescînd atît la stînga, cît şi la dreapta (fig. 15). Banda care se apropie de cap va pătrunde într-un cîmp magnetic alternativ cu intensitate mereu crescîndă. În dreptul întrefierului, intesitatea cîmpului este atît de mare, încît magnetizează banda pînă la limita de saturaţie. Pînă aici a ţinut magnetizarea benzii.

Banda deplasîndu-se mai departe va pătrunde acum într-un cîmp magnetic cu intensitate descrescătoare. Prin depărtarea benzii de întrefier, cîmpul magnetic alternativ cu intensitate descrescîndă anulează mereu magnetizarea apărută în perioada precedentă şi magnetizează din nou banda, însă în sens contrar şi într-o măsură mai mică. În perioada următoare se anulează remanenţa care a apărut mai înainte sub influenţa cîmpului de direcţie contrară, iar după aceea banda se magnetizează din nou, însă la o valoare mai mică. Cîmpul magnetic care acţionează asupra benzii devine din ce în ce mai mic, în timp ce-şi schimbă în permanenţă direcţia.

Sub influenţa cîmpului magnetic care se stinge, remanenţa benzii scade mereu, astfel că la părăsirea cîmpului, devine egală cu zero. E necesar, pentru o ştergere eficace, ca în timpul cît banda străbate cîmpul magnetic, să fie supusă unui număr cît mai mare de cicluri de

Scanned with OKEN Scanner

magnetizare. În acest scop, folosim un întrefier lat și un curent magnetizant de înaltă frecvență.

Totuși nu vom putea alege după plac frecvența curentului de magnetizare, deoarece prin mărirea frecvenței cresc și pierderile în fier, ceea ce are ca rezultat o încălzire prea mare a capului de ștergere.

Frecvența curentului de ștergere este cuprinsă de obicei între 30—50 kHz, iar la capetele de ferită, care au pierderi mici, această valoare poate crește pînă la 100 kHz. Lățimea întrefierului este de 0,3—0,5 mm. Marele avantaj al ștergerii cu cîmp alternativ de înaltă frecvență este faptul că banda devine din nou nemagnetizată, astfel că zgomotul de fond este foarte redus.

Scanned with OKEN Scanner

La instalaţiile de înregistrare magnetică a sunetului putem distinge patru părţi importante, care diferă în mare măsură unele de altele. Acestea sînt: banda, capetele magnetice, amplificatoarele şi partea mecanică.

Considerăm că la proiectare este indicată respectarea ordinii de mai sus — aşa cum am făcut-o în cele ce urmează. În acelaşi timp însă, din motive pe care le vom aminti mai tîrziu, propunem ca la construcţie să se inverseze această ordine.

1. BANDA

Cunoaşterea calităţilor benzii este indispensabilă la proiectarea amplificatoarelor, mai ales la amplificatorul de înregistrare şi la oscilator, însă este foarte importantă şi la exploatarea aparatelor. Înainte de toate, va trebui deci să stabilim care sînt proprietăţile care caracterizează calitatea unei benzi de magnetofon.

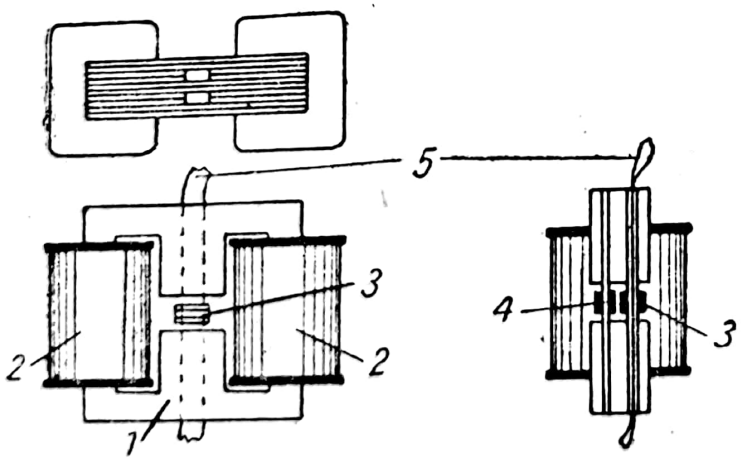

Fig. 16. Aparat pentru stabilirea proprietăţilor magnetice ale benzii:

1 — miez de fier; *2* — înfăşurare de alimentare; *3* — înfăşurare de măsurat; *4* — înfăşurare de compensare; *5* — bandă.

Benzile au atît caracteristici fizice cît şi caracteristici funcţionale. Din studiul proprietăţilor fizice vom putea încă de la început să tragem concluzii cu privire la comportarea benzii în timpul funcţionării.

Scanned with OKEN Scanner

Dintre proprietăţile fizice cele mai importante sînt permeabilitatea, limita de saturaţie, remanenţa şi forţa coercitivă. Permeabilitatea şi remanenţa stabilesc sensibilitatea benzii, saturaţia ne indică posibilităţile de atac, iar raportul dintre forţa coercitivă şi remanenţă stabileşte posibilitatea înregistrării frecvenţelor înalte. Toate aceste proprietăţi pot fi uşor citite pe curba de magnetizare a benzii. În cele de mai jos vom expune o metodă cu ajutorul căreia se va putea reprezenta curba de magnetizare a benzii pe ecranul oricărui osciloscop catodic.

Pentru măsurare este suficient să aducem la o pereche de plăci o tensiune proporţională cu cîmpul magnetic (**H**), iar la cealaltă pereche o tensiune proporţională cu inducţia magnetică **B** produsă în materialul magnetizat. În coloana din mijloc a miezului transformatorului realizat ca în fig. 16, creăm un cîmp magnetic omogen cu ajutorul a două înfăşurări alimentate de la reţeaua de 50 Hz. În acest cîmp omogen se găsesc două tuburi izolante cu secţiune dreptunghiulară. Pe fiecare tub este aşezată în partea decupată a coloanei mijlocii cîte o înfăşurare. Cele două înfăşurări sînt legate în serie cu polaritate opusă.

Dacă într-unul din tuburi introducem o bandă de magnetofon, atunci în înfăşurarea aşezată pe tub se induce o tensiune proporţională cu cîmpul magnetic **H** şi cu variaţia densităţii liniilor de forţă magnetice **B** induse în bandă. În acelaşi timp, în înfăşurarea a doua vom obţine o tensiune care e proporţională numai cu variaţia lui **H**. Avînd în vedere că cele două înfăşurări sînt legate cu polaritate opusă, tensiunea rezultantă depinde numai de variaţia lui **B**. Această tensiune o aplicăm la o pereche de plăci a osciloscopului.

La cealaltă pereche se aplică tensiunea care a luat naştere pe rezistenţa ohmică aşezată în circuitul de alimentare. Această tensiune este proporţională cu curentul de alimentare deci şi cu **H**. Figura care apare pe ecranul osciloscopului poate fi văzută în fig. 17, *a*. Aceasta încă nu este curba de magnetizare, deoarece una din tensiuni nu este proporţională cu **B**, ci cu variaţia în timp a lui **B** — derivata lui **B** în raport cu timpul. Cu toate acestea,

Scanned with OKEN Scanner

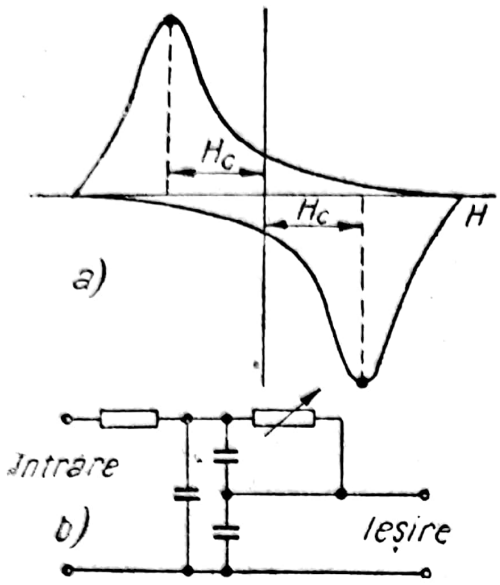

Fig. 17. *a* — curba diferențială proporțională cu variațiile lui **B**; *b* — circuit integrator.

chiar și de pe această curbă se pot citi proprietăți esențiale.

Mărimea forței coercitive este dată de distanța de la maximul sau minimul curbei la axa ordonatelor. (Caracteristica de magnetizare are panta cea mai mare la intersecția cu axa absciselor (**H**) și de aceea și derivata ei are aici valoarea cea mai mare). Prin integrarea tensiunii obținute pe înfășurarea de măsurare, care poate fi realizată ușor cu circuitul prezentat în fig. 17, *b*, vom ajunge la cunoscuta caracteristică de magnetizare. În fig. 18 prezentăm cîteva caracteristici de magnetizare. Curba *a* indică o sensibilitate mică. Forța ei coercitivă este mică și se poate deci folosi cu o polarizare relativ mică, iar ștergerea ei nu ne produce dificultăți. Remanența relativ mare la frecvențele mijlocii promite o redare bună a sunetului, în schimb redarea sunetelor înalte ne va crea greutăți foarte mari din cauza forței coercitive mici. Această curbă de magnetizare caracterizează benzile care vor fi folosite cu viteze mai mari.

În același timp, alura curbei *b* (Agfa CH) indică o sensibilitate mare, iar forța coercitivă mare arată necesitatea utilizării unui curent de polarizare și de ștergere sensibil mai mare decît în cazul precedent. De asemenea, forța coercitivă mare permite o înregistrare mai bună a sunetelor înalte la viteze mai mici (ca rezultat al unei demagnetizări mai mici).

Desigur că nu este suficientă cunoașterea factorilor fizici pentru a putea stabili cu exactitate rezultatele care se vor obține la utilizarea benzii, totuși pentru benzile necunoscute acești factori ne vor da o imagine aproximativă satisfăcătoare. Cunoașterea în întregime a proprietăților benzii este posibilă numai prin determinarea ca-

Scanned with OKEN Scanner

racteristicilor de funcţionare. Acestea, abstracţie făcînd de caracteristicile instalaţiei folosite la măsurare, ne dau indicaţii privitoare la: curenţii optimi de audiofrecvenţă, polarizare şi ştergere, necesari benzii respective, sensibilitatea, posibilitatea înregistrării frecvenţelor înalte, nivelul zgomotului, distorsiuni, efectul de copiere şi autodemagnetizarea.

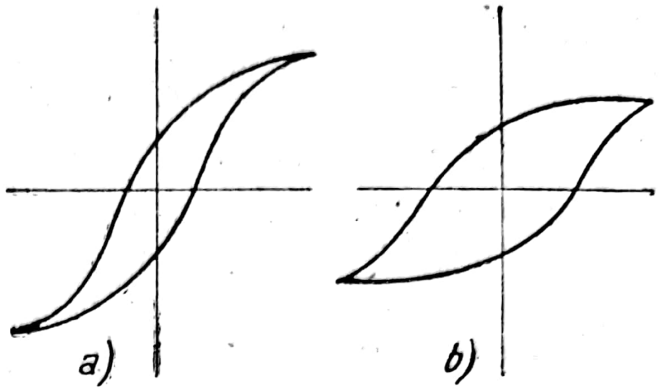

Fig. 18. *a* — caracteristica de magnetizare a unei benzi Agfa C; *b* — caracteristica de magnetizare a unei benzi Agfa CH.

Atragem atenţia amatorilor că datele tehnice privitoare la calităţile benzii, care se găsesc în prospectele diferitelor fabrici, nu pot fi totdeauna considerate ca absolut acceptabile. Aceste date nu reprezintă de obicei valori independente de instalaţii, ci indică rezultatul optim care poate fi obţinut cu o anumită instalaţie. Desigur că este permisă o astfel de indicare a caracteristicilor benzii, însă în asemenea cazuri trebuie neapărat să se specifice în ce condiţii şi cu ce instalaţie s-a efectuat măsurarea.

În cele ce urmează vom studia pe rînd fiecare din caracteristicile de funcţionare ale benzii.

Punctul de funcţionare

Tensiunea semnalului obţinut de pe banda de magnetofon, precum şi distorsiunile semnalului înregistrat depind de mărimea cîmpului de polarizare. Relaţia dintre caracteristicile amintite poate fi reprezentată. Deşi curbele reprezentînd tensiunea de pe capul de redare şi coeficientul de distorsiuni diferă de la un tip de bandă la altul, totuşi, în linii mari, ele sînt în general asemănătoare curbelor din fig. 19. Tensiunea creşte o dată cu creşterea polarizării, iar după atingerea unui maxim începe să descrească încet. În acelaşi timp, la început distorsiu-

Scanned with OKEN Scanner

nile scad vertiginos şi, după un minim mai pronunţat sau mai plat, cresc puţin, pentru ca apoi să scadă din nou.

În cazul benzilor folosite la viteze mici, minimul este mai pronunţat, în timp ce în cazul benzilor cu forţă coercitivă mică, el poate nici să nu apară. Creşterea curentului magnetizant de audiofrecvenţă are ca rezultat deplasarea curbelor pe verticală în sus, totuşi nu în egală măsură de-a lungul curbei. Alura curbei depinde şi de frecvenţa curentului de audiofrecvenţă.

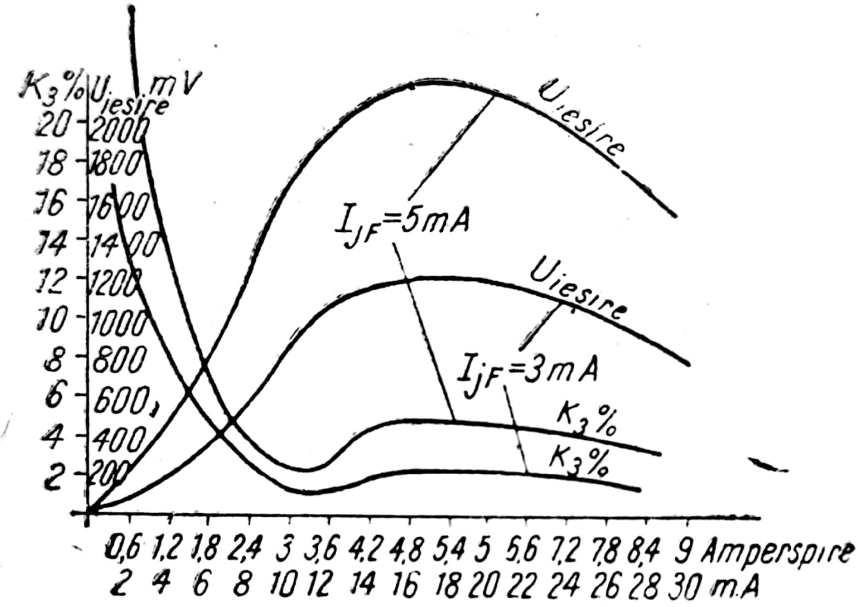

Fig. 19. Tensiunea obţinută pe capul de redare şi distorsiunile semnalului în funcţie de polarizare.

În cazul unei frecvenţe mai mari, maximul curbei tensiunii se deplasează spre polarizările mai mici şi în acelaşi timp, distorsiunile devin mai mici.

Punctul de funcţionare indică un anumit curent de audiofrecvenţă şi de polarizare, a cărui utilizare este avantajoasă atît din punct de vedere al tensiunii realizate cît şi al coeficientului de distorsiuni. În funcţie de viteza agregatelor — în cazul tensiunii de ieşire maxime — distorsiunile nu depăşesc 3,4 respectiv 5% (pentru viteze de 76,2, 38,1, respectiv 19,05 cm/s).

În consecinţă, putem alege ca punct de funcţionare orice curent de audiofrecvenţă şi polarizare astfel încît

Scanned with OKEN Scanner

curba de distorsiuni să nu depăşească valorile date. Desigur că va trebui să alegem în aşa fel punctul, încît tensiunea să fie cît mai mare cu putinţă. Dacă vom lua în consideraţie că factorii de calitate nu trebuie să se modifice substanţial, chiar în cazul unor variaţii mici ale curentului de polarizare, rezultă că punctul de funcţionare nu poate fi situat în apropierea unui minim sau maxim pronunţat.

Creşterea peste măsură a curentului de polarizare este dezavantajoasă în cazul transmiterii sunetelor înalte, în timp ce descreşterea lui este dezavantajoasă din punct de vedere al raportului optim semnal/zgomot. Punctul de funcţionare poate fi dat de exemplu în felul următor: curent de audiofrecvenţă 3 mA şi curent de polarizare 25 mA. În astfel de situaţii, datele punctului de funcţionare se referă la un cap de redare de o anumită formă şi cu un anumit număr de spire.

Indicarea punctului de funcţionare se poate face şi independent de numărul de spire, dacă în locul curentului se va da numărul de amperspire, adică excitaţia.

În statele în care tehnica măsurării înregistrării sunetului este standardizată, se standardizează şi datele capului de redare utilizat la măsurări. Desigur că acolo este suficientă referirea la standard. Deoarece în R. P. Ungară standardul de stat referitor la această problemă încă nu a fost elaborat, este indicat să se comunice întotdeauna datele capului folosit la măsurări.

Sensibilitatea

Sensibilitatea benzii este cifra care arată cît de mare este tensiunea indusă într-un anumit cap de redare, respectiv într-o spiră a acestuia, în cazul unei benzi magnetizate cu un curent de polarizare şi un curent unitar de audiofrecvenţă, corespunzători punctului de funcţionare.

Măsurarea se efectuează la 333 sau 1000 Hz. În cazul standardizării, sensibilitatea poate fi dată ca diferenţa faţă de tensiunea obţinută de pe banda etalon la folosirea unui cap standard. În aceste cazuri, sensibilitatea

Scanned with OKEN Scanner

benzii etalon se consideră egală cu 0 dB, benzile mai sensibile indicîndu-se cu + ... dB, iar cele mai puțin sensibile cu — ... dB, față de această valoare.

Caracteristica de frecvență

Dacă metoda de măsurare e standardizată, stabilirea caracteristicii de frecvență este deosebit de simplă. În astfel de cazuri vom efectua o înregistrare pe bandă cu ajutorul unui agregat standardizat și vom raporta valorile tensiunilor obținute la redare, la tensiunile obținute la aceeași frecvență de pe banda etalon.

Deoarece agregatul este astfel reglat încît asigură o caracteristică de frecvență dreaptă (liniară) pentru banda etalon, nivelul obținut de pe această bandă poate fi considerat 0 dB, iar caracteristica de frecvență a benzii măsurate poate fi dată imediat printr-un număr pozitiv sau negativ de decibeli. Măsurarea se efectuează de obicei la 1 000 și 10 000 Hz, iar diferența dintre cele două măsurări se dă ca o cifră caracteristică pentru curba de frecvență (în dB). Deoarece la metodele de înregistrare folosite actualmente, la frecvențele înalte se mărește în fiecare caz curentul prin cap, vom efectua măsurarea cu 10—20 dB sub nivelul maxim. În cazul contrar, banda va fi supramodulată și vom obține un rezultat falsificat.

Măsurarea caracteristicii de frecvență este mult mai complicată dacă, în lipsa standardizării, dorim să obținem un rezultat independent de caracteristicile agregatului folosit. În acest caz, trebuie să măsurăm printr-o metodă oarecare lungimea de undă caracteristică λ_1 a benzii. Știm că λ_1 este lungimea de undă la care tensiunea obținută la bornele capului de redare scade, din cauza atenuării datorită autodemagnetizării, cu 8,66 dB față de tensiunea unui cap ideal. Măsurarea se va executa la o viteză mare — în cazul nostru 76,2 cm/s — în felul următor.

Vom reda o bandă care a fost înregistrată la toate frecvențele cu un curent constant — deci fără o ridicare la frecvențele înalte — și vom măsura tensiunea obținută la bornele capului de redare (avînd grijă ca instrumentul de măsură să nu scurtcircuiteze capul de redare).

Scanned with OKEN Scanner

La frecvențele joase (între 100—2 000 Hz) tensiunea urmărește fidel panta de 6 dB/octavă stabilită pe baza legii inducției. Începînd de la 2 000 Hz, creșterea devine din ce în ce mai mică și, în funcție de tipul benzii, curba tensiunii prezintă un maxim cuprins între 5 000 și 12 000 Hz. După acest maxim, curba are o alură descrescătoare cu o pantă destul de mare.

Micșorarea tensiunii — care apare la frecvențele mai mari, respectiv la lungimile de undă mai mici — este produsă de mai mulți factori pe care-i cunoaștem de acum: atenuarea datorită autodemagnetizării, pierderile în întrefier, pierderile în miezul de fier al capului și alte cîteva pierderi neglijabile. Sarcina noastră este de a stabili atenuarea datorită autodemagnetizării. Pierderile în întrefier pot fi determinate destul de ușor prin calcul. Este important însă să luăm în considerație întrefierul efectiv, care e eficace din punct de vedere magnetic, și care este totdeauna mai mare cu 10—100% decît întrefierul fizic.

Cunoscînd valoarea întrefierului efectiv; vom putea determina mărimea atenuării datorită efectului întrefierului cu ajutorul tabelei 1. (De exemplu la 10 000 Hz, la un cap cu un întrefier de 20 μ și o viteză de 76,2 cm/s, valoarea este de 4,44 dB). Aceste valori exprimate în dB le notăm deasupra curbei anterioare și vom obține astfel o a doua curbă la frecvențele mai înalte.

Determinarea pierderilor în miezul de fier al capului se face ținînd seama de practică. Presupunînd pentru aceste pierderi o atenuare de 4—6 dB și măsurînd această valoare peste curba *c*, vom obține a treia curbă. Făcînd abstracție de pierderile mici, vom constata că această curbă cuprinde numai pierderile datorită autodemagnetizării. Să prelungim acum dreapta cu panta de 6 dB/octavă și să trasăm sub ea, la 8,66 dB, o dreaptă paralelă (fig. 12). Intersecția acestei drepte cu curba *c* ne dă un punct căruia îi corespunde o anumită frecvență. Dacă vom împărți viteza benzii exprimată în cm/s la această frecvență, vom obține lungimea de undă a semnalului în cm; prin înmulțirea cu 10 000 vom obține valoarea λ_1 exprimată ca de obicei în μ. Cu cît este mai mică această

Scanned with OKEN Scanner

valoare, cu atît este mai mare frecvența la care apare maximul curbei tensiunii, și deci, cu atît va fi mai mică corecția necesară pentru sunetele înalte. Lungimea de undă caracteristică depinde numai de bandă și o definește chiar în lipsa altor date caracteristice.

Zgomote

La instalațiile de bună calitate, unde raportul semnal/zgomot al amplificatorului de redare este mai bun ca 60 dB, se poate demonstra că fără bandă zgomotul este mai mic decît dacă o bandă trece prin fața capului. Acest lucru este de altfel natural, deoarece suprafața benzii este formată din granule de mărime microscopică. În aceste granule se găsesc zone magnetizate diferit, al căror cîmp induce o forță electromotoare variabilă în capul de redare. Această variație permanentă are o amplitudine mică și se prezintă la ieșirea din amplificator ca un nivel de zgomot, denumit zgomot de repaus. Cu alte cuvinte, acesta este zgomotul unei benzi care nu a suferit o magnetizare cu un curent de audiofrecvență.

Zgomotul crește sensibil dacă banda este magnetizată. După cum am mai amintit în primul capitol, neomogenitatea materialului benzii, precum și variația permanentă a contactului dintre bandă și cap produc variația magnetizării remanente și, în același timp, variația tensiunii induse. Zgomotul este deosebit de supărător dacă se folosește polarizarea cu curent continuu. În astfel de cazuri nu auzim semnalul util, ci numai zgomotul. Bineînțeles că acest zgomot există chiar și atunci cînd magnetizăm banda cu un semnal de audiofrecvență și este mereu proporțional cu valoarea instantanee a curentului de magnetizare. De aceea, zgomotul nu prea este observat, deoarece dacă semnalul este slab și zgomotul este mai slab.

Totuși, la semnale de lungă durată, mai ales în cazul utilizării generatoarelor de ton, el poate fi observat foarte bine.

Zgomotul are un efect perturbator deosebit de accentuat la frecvențele înalte, atunci cînd folosim agregate

Scanned with OKEN Scanner

de calitate inferioară. Acestea de fapt nu mai pot reda sunetele înalte. (În cele mai multe cazuri difuzorul nu mai transmite aceste sunete). În schimb, zgomotul existent în toată banda de frecvenţă poate fi bine auzit. Vom denumi acest zgomot, datorită caracterului său, „zgomot din spatele semnalului“ sau „zgomot de modulaţie“. (Prin modulaţie nu înţelegem aici noţiunea în sensul cunoscut din radiotehnică, ci chiar semnalul de audiofrecvenţă). Ambele zgomote sînt caracteristici ale benzii care nu depind în primul rînd de calităţile fizice ale benzii, ci de tehnologia ei.

Măsurarea zgomotului unei benzi care nu a fost magnetizată cu un curent de audiofrecvenţă, adică măsurarea zgomotului de repaus, este relativ simplă.

Banda va fi deplasată prin faţa capetelor de ştergere şi înregistrare, însă prin capul de înregistrare va trece numai curentul de polarizare corespunzător punctului de funcţionare. Este deosebit de important să nu avem armonici superioare ale curentului de polarizare — deci acesta să aibă distorsiuni mici. În caz contrar, componenta continuă magnetizantă a polarizării va falsifica măsurarea. Înregistrarea realizată în aceste condiţii va fi redată cu un amplificator de redare care va asigura pentru banda respectivă o caracteristică de frecvenţă liniară. Dacă vom raporta tensiunea de zgomot obţinută la ieşirea amplificatorului de redare la nivelul maxim de ieşire din amplificatorul de redare, vom obţine măsura dinamicii de repaus, în dB. Desigur că este absolut necesar ca raportul semnal/zgomot al amplificatorului de redare să fie cu cca 20 dB mai bun decît al benzii măsurate. În multe cazuri se foloseşte la măsurări un filtru de ureche care are o caracteristică de sensibilitate asemănătoare cu aceea a urechii, eliminînd astfel, într-o anumită măsură, sunetele joase şi înalte.

Bineînţeles că la o astfel de măsurare obţinem un rezultat mai bun. Această metodă este folosită mai ales în Germania.

Măsurarea zgomotului de modulaţie este mult mai complicată. Se va efectua o înregistrare în punctul de funcţionare al benzii, de exemplu cu un semnal cu o

Scanned with OKEN Scanner

frecvență de 1 000 Hz. De pe banda redată în aceleași condiții ca mai sus, se va obține semnalul întregistrat, armonicile sale (sub formă de distorsiuni) și zgomotul de modulație. Pentru a putea deci să măsurăm zgomotul, va trebui să filtrăm semnalul înregistrat și cel puțin primele sale 5 armonici.

Zgomotul de curent continuu, care e proporțional cu zgomotul de modulație, va putea fi determinat și printr-o metodă mai simplă. Vom magnetiza banda cu un curent continuu de mărime egală cu valoarea efectivă a curentului de audiofrecvență maxim și vom măsura zgomotul obținut la redare. În general se indică valoarea acestuia din urmă. Zgomotul de modulație, respectiv cel de curent continuu, poate de asemenea să fie măsurat liniar sau cu un filtru de ureche. Raportul dintre nivelul maxim de redare și zgomotul de modulație, exprimat în dB, este dinamica de lucru.

Atenuarea de ștergere

Definim atenuarea de ștergere ca fiind raportul exprimat în dB dintre valoarea semnalului cu nivel maxim și valoarea la care acesta scade după ștergerea benzii.

Măsurarea atenuării de ștergere nu prezintă prea multe dificultăți. În acest scop vom face raportul dintre tensiunea obținută la redare în urma înregistrării cu nivel maxim a unui semnal de 1 000 Hz și tensiunea obținută de la aceeași bandă după ștergere, folosind însă un filtru cu atenuare de 0 dB, care lasă să treacă frecvența de 1 000 Hz. Prin utilizarea filtrului vom elimina din măsurare tensiunea de zgomot. Valoarea atenuării de ștergere trebuie să atingă 45—50 dB.

Distorsiuni

Din cauza neliniarității caracteristicii de magnetizare, vor apărea armonici superioare la magnetizarea benzii. Din alura acestei caracteristici rezultă că, în afară de armonică a 3-a, se pot neglija celelalte armonici. De aceea, cînd vorbim de distorsiunile benzii, vom înțelege în-

Scanned with OKEN Scanner

totdeauna armonica a treia. Pentru a o putea măsura, va trebui să înregistrăm un semnal cu nivel maxim avînd frecvenţa de 1 000 sau 333 Hz. Nivelul obţinut la redare îl vom exprima în procente sau în dB faţă de tensiunea de redare măsurată după un filtru cu atenuarea 0 dB, care lasă să treacă frecvenţele de 3 000, respectiv 1 000 Hz. Coeficientul de distorsiuni datorit armonicii a 3-a, măsurat pe această cale, nu trebuie să depăşească 3—5%, respectiv 30—26 dB.

Desigur că această condiţie poate fi pusă şi altfel: nivelul maxim de magnetizare al benzii este determinat de distorsiunile care ating valoarea de mai sus. Este de la sine înţeles că la o astfel de măsurare se cere ca distorsiunile amplificatoarelor să fie cel puţin cu un ordin de mărime mai mici decît distorsiunile benzii. În timpul măsurării trebuie să avem grijă ca în capul de înregistrare să nu fie nici un fel de magnetizare remanentă, deoarece chiar o cît de mică polarizare permanentă (remanenţă) produce o creştere mare a celei de a doua armonici (3—4%) şi în acelaşi timp micşorarea armonicii a treia. Acest fapt duce la obţinerea unui rezultat fundamental greşit.

Proprietăţile mecanice ale benzilor

La cercetarea calităţilor mecanice ale benzilor urmărim alungirea elastică şi permanentă, precum şi rezistenţa la rupere. Pentru determinarea alungirii vom întinde cărca 1 m de bandă timp de 1 min cu o forţă de 1 kg şi vom stabili cu cît s-a alungit banda la capătul intervalului de timp. Rezultatul obţinut exprimă alungirea elastică; la benzile bune, acesta nu trebuie să depăşească 1,5%. Alungirea pe care o măsurăm un minut după întreruperea forţei de întindere, este alungirea permanentă. La benzile bune, alungirea permanentă este de 0,2%. Rezistenţa de rupere este măsurată pe o bandă de probă de 100 mm lungime. Rezistenţa de rupere care se raportează la secţiunea totală a benzii trebuie să fie de cel puţin 2,5 kg. Aceste măsurări trebuie efectuate la o temperatură de 18—20°C şi o umiditate relativă a aerului de 50—60%.

Scanned with OKEN Scanner

Păstrarea benzilor

Benzile de magnetofon se găsesc în comerţ sub formă de rulouri. Păstrarea rulourilor se poate face pe role închise în ambele părţi, sau pe miezuri, în care caz este necesară o înfăşurare strînsă a benzii pentru transportarea ei.

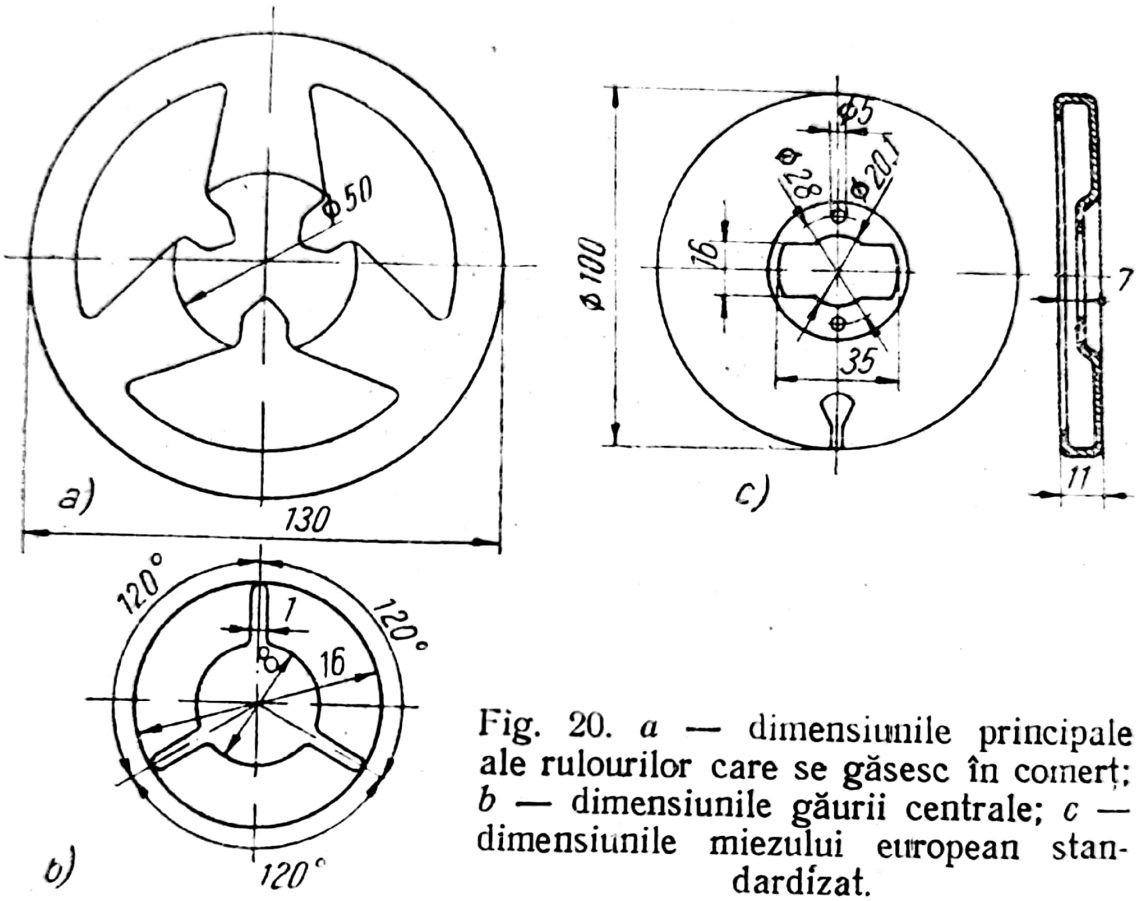

Fig. 20. *a* — dimensiunile principale ale rulourilor care se găsesc în comerţ; *b* — dimensiunile găurii centrale; *c* — dimensiunile miezului european standardizat.

În cazul rolelor, înfăşurarea ordonată nu este atît de importantă ca în cazul miezurilor, în acest ultim caz pericolul de desfacere a benzii fiind mult mai mare. Fixarea rolelor pe suportul agregatului se face prin nişte găuri centrale sau deschideri situate la 120° între ele (fig. 20, *a* şi *b*). Miezurile au în partea centrală o deschidere lunguiaţă şi pe cele două părţi ale acesteia două găuri pentru ştifturi (fig. 20, *c*). Presarea rolelor pe suport nu este necesară (ea poate fi totuşi realizată cu un şurub), în schimb miezurile se fixează întotdeauna printr-un dispozitiv special prevăzut cu un resort. Benzile înfăşurate pe miezuri se aşază întotdeauna pe platane, însă

Scanned with OKEN Scanner

ruloul nu e culcat pe platan, ci este ridicat cu cca 1 mm peste acesta. Rolul platanului este acela de a împiedica desfacerea ruloului în cazul cînd ar apare o slăbire a înfăşurării. Rolele se folosesc de obicei la agregatele cu viteză mai mică, în timp ce miezurile găsesc întrebuinţare la agregatele de mai bună calitate, cu viteză mai mare. Ambele sisteme de păstrare sînt standardizate. Dimensiunile obişnuite ale rolelor: diametrul exterior 178 mm respectiv 123 mm, diametrul interior 45 respectiv 60 mm, lungimea benzii 180 m, respectiv 350 m. Benzile înfăşurate pe miezuri se găsesc în rulouri cu lungimi de 1 000, 500 şi 300 m.

Lipirea benzilor

In timpul funcţionării instalaţiilor de înregistrare a sunetului se poate întîmpla ca banda să se rupă, sau ca din anumite motive să fie necesară tăierea anumitor porţiuni ale unei înregistrări. In astfel de situaţii trebuie să lipim banda. Dacă lipitura este făcută cu grijă, ea nu produce pocnituri. Pentru aceasta se iau următoarele precauţii:

1) se taie capetele rupte ale benzii sub un unghi de 45° faţă de muchie;

2) se suprapun cele două capete în aşa fel, încît marginile lor să formeze o linie dreaptă;

3) soluţia de lipit trebuie folosită cu grijă pentru ca banda să nu se înmoaie, dar în acelaşi timp să se realizeze o lipitură sigură. Soluţia de lipit folosită depinde de materialul benzilor. Benzile din hîrtie vor fi lipite cu clei de peşte, sau cu altă soluţie, de bună calitate. Benzile avînd ca material de bază policlorura de vinil Igelit vor fi lipite cu ciclohexan. Pentru benzile Ozafon 11 cu baza de celofan se va folosi soluţia specială de lipit produsă de întreprinderea Ozalid (din R.P.U.).

Pentru benzile cu suport din acetat de celuloză, care sînt cele mai răspîndite, se poate folosi o soluţie de lipit după una din reţetele de mai jos.

1. Se dizolvă 50 g nitroceluloză într-un amestec de 700 g acetonă şi 300 g eter acetic. Pentru a împiedica

Scanned with OKEN Scanner

închegarea rapidă a soluției, vom adăoga puțin alcool. O cantitate prea mare de alcool va provoca precipitarea celulozei și în astfel de cazuri soluția devine albă.

2. Vom amesteca 150 g acetonă, 50 g nitrobenzol, 30—60 g acid acetic glacial și 20 g acetat butilic.

Deoarece aceste soluții sînt foarte dăunătoare sănătății și foarte ușor inflamabile, ele vor fi întotdeauna păstrate în sticle închise cu dopuri de cauciuc.

Pentru lipirea benzilor se poate folosi și bandă de lipit. Fabricile mari de benzi produc în acest scop benzi de lipit. Acestea se taie la dimensiunile necesare, se aplică peste cele două capete impreunate și se apasă ușor. Lipiturile acestea nu produc nici un fel de zgomot perturbator și sînt rezistente, dacă banda de lipit este bună (nu este veche).

Diferite tipuri de benzi

În urma dezvoltării largi și impetuoase pe care a cunoscut-o înregistrarea magnetică, se fabrică actualmente în toată lumea atîtea tipuri de benzi, încît pentru prezentarea lor ar trebui un catalog special. Avînd în vedere că amatorii au acces la cel mult unul sau două tipuri străine, nu ne-am străduit să le prezentăm un număr mare de benzi și ne mulțumim cu prezentarea datelor unor benzi dintre cele mai folosite (tabela 2).

2. CAPETE DE MAGNETOFON

Elementele instalațiilor de înregistrare magnetică a sunetului care vin în contact direct cu banda sînt capetele de magnetofon. Rolul capetelor este de a asigura producerea cîmpului magnetic necesar pentru ștergerea benzilor, polarizarea și magnetizarea prin curenți de audiofrecvență (la înregistrare), precum și de a se expune cîmpului magnetic al benzii, producînd o tensiune de audiofrecvență proporțională cu cîmpul magnetic. Fiecare dintre aceste cerințe impun particularități distincte capetelor, astfel că este indicat ca pentru fiecare opera-

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 2

	Numele benzii	Firma producătoare	Punctul de funcționare[1]). i_{yF} mA	Punctul de funcționare[1]). i_{yF} mA	Sensibilitatea, μv spiră	λ_1 μ	Zgomotul de repaus, dB	Zgomotul de modulație, dB
Pentru o viteză de 76,2 și 38,1 cm/s	OZAFON 9B	Intreprinderea Ozalid Budapesta	5	15	0,4	152	40	28
	AGFA C	Agfa Wolfen RDG.	5	15	0,28	127	50	38
	GENOTON E	Anorgama RFG.	4	10	0,6	160	50	38
Pentru o viteză de 19,05 și 9,5 cm/s	OZAFON 11	Intreprinderea Ozalid Budapesta	3	20	0,3	100	49	32
	AGFA CH	Agfa Wolfen RDG.	4	25	0,39	83	55	36
	SCOTCH 111-A	Minnesota Mining S.U.A.	4	20	2,1	64	60	53

[1]) Datele punctului de funcționare se referă la un cap de înregistrare inelar cu 2 înfășurări a cîte 150 spire. Capul de redare este inelar și are 2 înfășurări a cîte 300 spire.

ție să folosim un cap separat. Aceasta constituie desigur o problemă economică. În cazul instalațiilor de amatori — unde aspectul economic este deosebit de important — ne străduim de obicei să economisim unul din capete, astfel încît înregistrarea și redarea să fie realizate cu ajutorul unui singur cap. Ștergerea nu poate fi efectuată cu același cap și, cu toate că în multe ocazii capetele de ștergere și cel combinat de înregistrare-redare se construiesc pe același miez sau într-un suport comun, totuși din punct de vedere al funcționării, cele două capete sînt totdeauna separate.

Materialul capetelor

Capetele sînt formate din miezul de fier, din înfăşurare, din plăcuţa nemagnetică care umple întrefierul şi din dispozitivul de fixare. Pentru a micşora pierderile prin curenţi turbionari, miezul de fier al capetelor se face din plăci lamelate (tole). În ultima vreme, au luat o mare extindere miezurile de ferită, mai ales la capetele de ştergere. Pierderile reduse ale feritelor permit utilizarea unor generatoare de puteri sensibil reduse. Teoretic, tolele pot fi realizate din orice material feromagnetic. Nu se poate afirma că din tole de transformator obişnuite nu se pot confecţiona capete de magnetofon. Acest lucru este posibil şi ele vor funcţiona. Însă:

1. La înregistrare, din cauza permeabilităţii mici şi a pierderilor mari pe care le au tolele din ferosiliciu, vom avea nevoie de o putere relativ mare de audiofrecvenţă şi de polarizare.

Deorece diferenţa dintre permeabilitatea ferosiliciului şi a benzii este destul de mică, liniile de forţă vor trece din cap în bandă pe o lungime mai mare decît la materialele cu permeabilitate mare, folosite pentru confecţionarea capetelor. Ca o consecinţă a acestei situaţii, cîmpul magnetic al capului se lăţeşte şi, la înregistrarea semnalelor de frecvenţă mai ridicată, apar pierderi importante.

2. La redare banda are un cîmp magnetic slab şi deci în miezul de ferosiliciu apare o inducţie magnetică (**B**) mică. Tensiunea obţinută la bornele capului este proporţională cu variaţia inducţiei **B** şi este evident că, utilizînd un miez de fier cu permeabilitate mică, tensiunea indusă va fi de asemenea mică. Dacă vom adăuga atenuarea datorită pierderilor mari — mai ales la frecvenţele înalte — este evident că toate acestea strică raportul semnal/zgomot. Un semnal mic are nevoie de o amplificare mare, dar în acelaşi timp zgomotul tuburilor şi cel datorit agitaţiei termice în rezistenţe, precum şi brumul cules de primul etaj nu vor avea o valoare mai mică.

Din cele expuse mai sus rezultă că putem confecţiona capul de ştergere din ferosiliciu, însă trebuie să asigurăm

Scanned with OKEN Scanner

energia necesară. Această problemă este însă rezolvabilă. Situaţia este mai delicată la capul de înregistrare. Însă dacă dorim să obţinem o bună calitate a sunetului, nu vom confecţiona în nici un caz capul de redare din ferosiliciu.

Problema capului de înregistrare se rezolvă în cele mai multe cazuri de la sine, o dată cu problema capului de redare, deoarece vom folosi un cap combinat de înregistrare şi redare.

Să cercetăm deci care ar fi materialul cel mai indicat pentru capul de redare. Printre materialele moderne sînt diferite aliaje de feronichel care au o permeabilitate iniţială mare şi pierderi reduse. Printre acestea, cel mai des folosite sînt aliajele permalloy-C (conţinînd 78,5% Ni, 17,5% Fe şi 4% Mo) şi miumetal (conţinînd 75% Ni, 18% Fe, 5% Co şi 25% Cr). Caracteristica lor o constituie permeabilitatea iniţială mare. Permeabilitatea iniţială a aliajului permalloy-C este de 10 000—12 000, faţă de ferosiliciu al cărui μ este 400.

Aceste materiale îşi capătă proprietăţile deosebite numai în urma unor tratamente termice corespunzătoare. Tratamentul termic este din păcate un proces dificil, astfel că e practic imposibil să realizăm cu mijloace de amator tratamentul termic corect al permalloy-ului.

Trebuie să avem în vedere că permalloy-ul care nu a fost supus unui tratament termic, sau a fost prost tratat, are proprietăţi magnetice mai proaste decît ferosiliciul. Din acest motiv sfătuim pe amatorii care nu s-au ocupat încă de înregistrarea magnetică, să folosească capete gata confecţionate atunci cînd îşi construiesc prima instalaţie. În acest mod, nu se riscă un insucces la construcţia capetelor.

E bine ca la prima încercare să eliminăm aceste dificultăţi, ştiind că un cap nereuşit produce multe necazuri.

Vor rămîne şi aşa destule probleme de rezolvat, dar acestea se vor mărgini doar la amplificator şi la partea mecanică a magnetofonului. Pentru aceia care şi-au realizat un magnetofon, sau posedă experienţă suficientă în ce priveşte construcţia magnetofoanelor, vom prezenta

Scanned with OKEN Scanner

în capitolul privitor la confecționarea capetelor, o metodă de amator pentru tratament termic, cu care se poate obține un rezultat mai mult sau mai puțin satisfăcător.

Forma capetelor

Forma capetelor este deosebit de variată, totuși, sub anumite aspecte, toate capetele se aseamănă. Miezul de fier constituie un circuit magnetic prevăzut cu un întrefier cu aer în locul de contact cu banda, pentru a asigura ieșirea liniilor de forță din cap și trecerea lor prin bandă. Cîmpul magnetic care ia naștere în întrefier magnetizează banda în direcție longitudinală. Cîmpul magnetic este produs de curentul care circulă prin înfășurarea așezată pe miezul de fier.

Forma capetelor depinde în mare măsură de faptul dacă se dorește magnetizarea benzii pe toată lățimea ei, sau numai pe o jumătate de lățime. Avantajul ultimei metode constă în faptul că vom putea efectua pe cele două fișii ale benzii două înregistrări diferite. Prețul pe care-l plătim pentru acest avantaj este o înrăutățire cu cel puțin 6 dB a raportului semnal/zgomot, față de magnetizarea realizată pe toată lățimea benzii.

La instalațiile de amatori, posibilitatea unei mai bune utilizări a benzii este mai importantă decît o diferență de calitate, oricum discutabilă.

De aceea, aproape fără excepție, magnetofoanele cu viteză de 19,05 cm/s sînt realizate cu două trasee.

Miezul de fier al capetelor instalațiilor de studio este realizat întotdeauna în formă de inel; această construcție se întîlnește uneori și la instalațiile mai mici. Miezul inelar este format din două piese semicirculare. Acestea sînt asamblate în partea posterioară fără întrefier — cu excepția capului de înregistrare — iar în față sînt prevăzute cu un întrefier mai mare sau mai mic, în raport cu funcțiunea capului. Pentru a asigura o sensibilitate mai mare a capului și în scopul măririi densității liniilor de forță, miezul de fier lamelat este subțiat la întrefierul din față (frontal). Pentru a se păstra dimensiunea pri-

Scanned with OKEN Scanner

mului întrefier, acesta se umple cu o plăcuţă dintr-un material nemagnetic de lăţimea întrefierului.

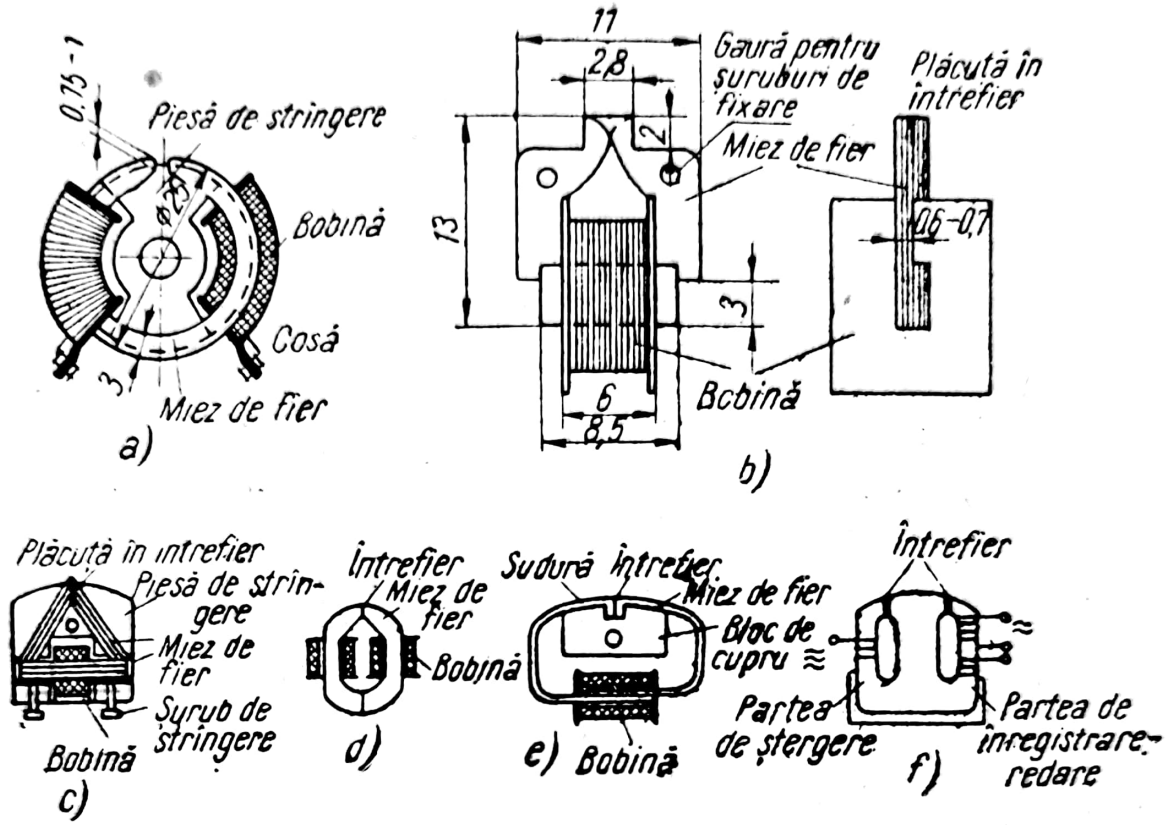

Fig. 21. Diferite capete magnetice.

De fapt nici nu se poate vorbi despre un întrefier cu aer propriu-zis, deoarece spaţiul dintre cei doi poli este umplut cu un material solid nemagnetic. Dimensiunile celor două piese semicirculare, respectiv cele ale capului întreg, sînt indicate în fig. 21, *a*. Plăcile semicirculare au o lăţime de 0,2—0,35 mm. După prelucrare şi tratament termic, plăcile (tolele) sînt lipite cu un material special (Araldit, Polikon H) în pachete. Lăţimea acestora este de 7 mm, la capetele pentru înregistrarea cu un singur traseu şi de 2,6—3 mm, la capetele pentru înregistrarea cu două trasee. Pentru pachetele de 7 mm sînt necesare 18—30 tole, iar pentru cele de 2,6—3 mm 12—14, respectiv 7—8 tole.

În figura 21, *b* este arătat unul dintre tipurile de capete, denumit cap cu tole suprapuse. Marele avantaj al acestui tip este că poate fi confecţionat din tole puţine care pot fi prelucrate chiar cu pila. Capul din figura

Scanned with OKEN Scanner

21, *c* poate fi de asemenea realizat uşor, fără presare. Capul din fig. 21, *e* are miezul lamelat şi este de asemenea avantajos, deoarece poate fi confecţionat uşor cu mijloace care stau la dispoziţia amatorilor. Capul din fig. 21, *f* are un singur miez comun, atît pentru capul de ştergere, cît şi pentru cel combinat de înregistrare-redare. Aceste capete se folosesc mai puţin în instalaţiile cu bandă, fiind mai răspîndite la magnetofoanele cu sîrmă.

Forma miezului de fier hotărăşte şi forma carcasei bobinei. La capetele inelare este necesară o carcasă curbată, în timp ce la celelalte se pot folosi carcase drepte. Confecţionarea acestora din urmă este bineînţeles mult mai uşoară. La capetele la care miezul cu bobina poate fi demontat din dispozitivul de prindere, conexiunile se fixează la cose prinse în carcasa bobinei. Atunci cînd capul este turnat în dispozitivul de prindere, acest sistem nu este necesar. Carcasa poate fi realizată prin turnare din polystiren sau alt material termoplastic, din bachelită presată, dar la nevoie se pot folosi şi carcase lipite din preşpan sau celuloid.

Numărul de spire al bobinei este determinat de rolul capului şi de schema amplificatorului sau a generatorului aferent. În general se pot deosebi capete cu rezistenţă mică şi cu rezistenţă mare. Capetele cu rezistenţă mică, deci cu număr mic de spire, trebuie adaptate la amplificator prin transformator, în timp ce capetele cu rezistenţă mare se cuplează direct la grila primului tub (la redare), sau (printr-un condensator de cuplaj) în circuitul anodic al amplificatorului final (la înregistrare). Ambele tipuri de capete îşi au avantajele şi dezavantajele lor. La magnetofoanele de amatori se folosesc mai ales capete cu rezistenţă mare, deoarece permit eliminarea transformatoarelor, realizîndu-se astfel atît o cheltuială mai redusă, cît şi economie de spaţiu.

Capetele de înregistrare trebuie să aibă o inductanţă mică. De fapt cîmpul magnetizant este proporţional cu curentul care trece prin cap. Pentru a realiza un raport semnal/zgomot bun, trebuie să ne străduim ca în toată banda de frecvenţe să magnetizăm banda pînă la limita

Scanned with OKEN Scanner

de magnetizare permisă. Pentru aceasta este necesar însă ca prin capul de înregistrare să treacă un curent constant, independent de frecvenţă. Acest deziderat poate fi însă realizat numai atunci cînd rezistenţa circuitului de sarcină al amplificatorului final nu variază sensibil cu frecvenţa. Dacă inductanţa capului de înregistrare L_f este mică, atunci impedanţa capului, adică rezistenţa în curent alternativ care variază cu frecvenţa, poate fi neglijată în cazul unei surse de curent cu rezistenţă internă mare. Această situaţie însă nu mai este valabilă în cazul capetelor cu inductanţă mare.

Un alt motiv pentru care nu putem confecţiona capetele de înregistrare cu numărul de spire dorit este apariţia frecvenţei de rezonanţă care nu trebuie să cadă în apropierea frecvenţei curentului de polarizare şi cu atît mai puţin în banda de audiofrecvenţă. Rezonanţa este produsă de circuitul oscilant format din inductanţa capului şi capacitatea dintre spire, la care se adaugă aceea a montajului (conexiuni, ecrane etc.). Din aceste motive nu este indicat să alegem inductanţa capetelor de înregistrare mai mare ca 100 mH. Inductanţa capetelor cu rezistenţă mică are o valoare cuprinsă între 3—7 mH. Miezul capetelor de înregistrare se prevede în partea posterioară cu un întrefier, tocmai pentru a micşora inductanţa şi a împiedica magnetizarea capului.

Capul de înregistrare cu rezistenţă mare poate fi amplasat numai în apropierea amplificatoarelor, deoarece în cazul unor conexiuni lungi, capacitatea acestora constituie un scurtcircuit pentru polarizarea de înaltă frecvenţă. La capetele cu rezistenţă mică, acest pericol nu prezintă importanţă. Lăţimea întrefierului frontal la capetele de înregistrare este de 10—20—40 μ, în timp ce întrefierul posterior are 0,2—0,5 mm.

In cazul capetelor de redare, limita superioară a numărului de spire este în aşa fel aleasă, încît frecvenţa de rezonanţă a capului să nu fie sub limita superioară a benzii transmise. Din acest motiv, inductanţa capului nu va depăşi 3 H. La capetele cu rezistenţă mică, această valoare este cuprinsă între 60—100 mH.

Scanned with OKEN Scanner

Nici în cazul capetelor de redare cu rezistenţă mare — la fel ca şi la cele de înregistrare — nu putem folosi conexiuni lungi, deoarece la frecvenţele înalte capacitatea lor constituie o sarcină pentru generatorul cu rezistenţă internă mare reprezentat de cap.

Lăţimea întrefierului este mică la capetele de redare. Azi putem realiza practic întrefieruri de 5—6μ. Nu se foloseşte întrefier în partea posterioară a capului cu toate că din punct de vedere al caracteristicii de frecvenţă am putea obţine eventual un rezultat mulţumitor, în schimb ar scădea neapărat valoarea tensiunii utile. Nu este indicat să aplicăm întrefierul posterior nici în cazul capetelor combinate folosite atît pentru înregistrare, cît şi pentru redare.

Capetele de ştergere sînt cele mai puţin sensibile. Bobina lor are, în majoritatea cazurilor, rezistenţă mică. Întrefierul posterior nu este necesar, iar cel frontal are o lăţime de 0,1—0,5 mm.

Aceste capete pot fi confecţionate atît din ferosiliciu, cît şi din permalloy. La magnetofoanele foarte simple se poate folosi în acest scop chiar şi un magnet permanent, avînd avantajul că nu cere energie. Din acest motiv el şi-a justificat existenţa în primul rînd la agregatele cu baterii. Consumul mic de energie pe care-l necesită capetele de ferită ne permite să alimentăm şi capul de ştergere cu acelaşi generator de mică putere care produce curentul de polarizare.

Întrefierul existent în miezul capetelor se umple cu un material nemagnetic. Acest material poate fi cupru, bronz, aluminiu, mică sau chiar hîrtie. Totuşi, avînd în vedere durata capului, nu este de loc indiferent ce fel de material folosim. Capul se uzează în permanenţă datorită frecării cu banda. Dacă materialul care umple întrefierul este moale, atunci, din cauza uzurii, capul devine în scurtă vreme neutilizabil. Capul uzat este caracterizat printr-o scădere puternică a nivelului la frecvenţele înalte. Pe de o parte, în cele două margini ale capului, banda „mănîncă" miezul de permalloy, astfel că întrefierul efectiv devine mai larg, iar pe de altă parte, materialul moale aşezat în întrefier se întinde, astfel că

Scanned with OKEN Scanner

întrefierul nu mai este precis delimitat. Din aceste motive, în întrefier trebuie folosite plăcuțe tari, care nu se uzează. Cel mai indicat este bronzul cu beriliu, totuși orice alt bronz poate fi folosit.

Foile foarte subțiri (de 5—10 μ) necesare pentru capete, se obțin destul de greu. O foaie de bronz mai groasă poate fi ciocănită sau laminată la grosimea necesară; trebuie însă să avem grijă ca bucățica care ne trebuie să fie tăiată dintr-un material cu grosime uniformă.

Dispozitivul de prindere a capetelor fixează părțile componente și ne dă posibilitatea să reglăm ușor poziția verticală a întrefierului.

Dispozitivul de prindere trebuie desigur să se adapteze la forma capului. La capetele inelare, miezul de fier este așezat între două discuri metalice circulare care pot fi strînse cu două șuruburi. Pe o parte, aceste discuri trebuie rabotate în vederea spațiului necesar pentru carcasa bobinei. În cazul unei soluții mai simple, cele două discuri pot fi înlocuite și cu două plăci dreptunghiulare. Lățimea acestora va fi astfel aleasă, încît ele să încapă între cele două bobine; vom elimina astfel operația de rabotare.

Cele două discuri sau plăci sînt împreunate cu două șuruburi, iar la mijloc se află un orificiu pentru fixarea capului. Pentru fixarea pieselor de ecranare se folosesc de asemenea găuri. Capetele cu plăci suprapuse se fixează de obicei într-o carcasă de bachelită sau alt material sintetic. Cele două părți componente ale carcasei pot fi confecționate cu pila din bachelită groasă.

Pentru a regla poziția întrefierului perpendicular pe direcția benzii, este necesar să putem deplasa capul la stînga sau la dreapta, în jurul unei axe orizontale. Acolo unde există norme, reglarea benzii se face cu ajutorul unei benzi etalon. Aceasta conține o porțiune pe care este înregistrat un semnal de 8, 10 sau 15 kHz. Cu ajutorul acestei înregistrări se reglează poziția capului pînă ce se obține tensiunea maximă. În acest mod ne asigurăm că întrefierurile au la toate agregatele aceeași poziție, astfel ca să putem reda pe orice magnetofon o în-

Scanned with OKEN Scanner

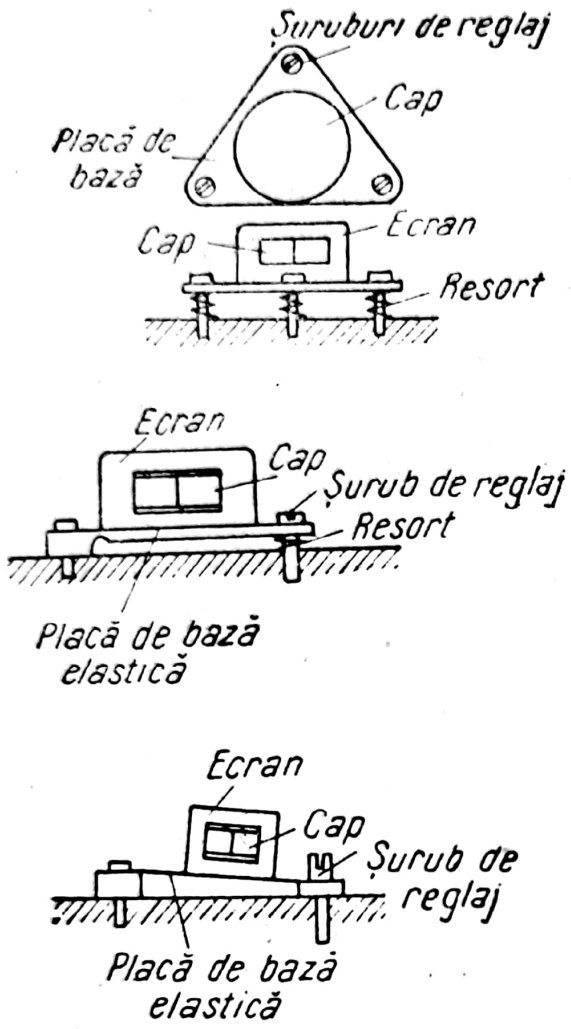

Fig. 22. Dispozitive pentru reglajul capetelor.

registrare efectuată pe orice altă instalație, fără înrăutățirea calității.

Pînă ce se va introduce și la noi standardizarea ar fi indicat ca amatorii să construiască dispozitive corespunzătoare de reglare a benzii.

Aceia care își construiesc un magnetofon avînd capete separate pentru înregistrare și redare trebuie să aibă grijă ca după punerea la punct a capului de redare să aducă în aceeași poziție și capul de înregistrare. Acest lucru se realizează înregistrînd un semnal de 8—10 kHz și reglînd apoi capul de redare pînă ce se obține la redare tensiunea maximă. În fig. 22 se pot vedea diferite dispozitive de prindere și reglaj.

Construirea capetelor

Vorbind despre materialele capetelor, am arătat că este indicat ca amatorul, cel puțin la primele încercări, să-și cumpere capete gata confecționate și să nu încerce să le realizeze singur. Cu toate acestea ne vom ocupa de construirea capetelor. De fapt, pentru amatorul avansat, construirea unui cap ridică multe și interesante posibilități experimentale. Pentru aceasta însă, este necesar să aibă o instalație de amplificare construită, măsurată și în bună stare de funcționare, pentru ca să poată stabili cu ajutorul ei, calitatea capetelor pe care le-a construit.

Prima operație pentru construirea capului este presarea sau tăierea și pilirea tolelor. Este foarte important ca

Scanned with OKEN Scanner

tolele să fie cu totul lipsite de aşchii. După aceasta, ele urmează să fie supuse tratamentului termic.

Tolele de permalloy presate se pot trata chiar şi acasă. E drept că în acest fel se obţine o permeabilitate iniţială de 6 000, totuşi acesta este un rezultat destul de bun. După ce am degresat plăcile, le vom încălzi la roşu una cîte una, într-o flacără de gaz de culoare albastră. După aceea le lăsăm să se răcească în aer. Rezultatul este destul de nesigur pentru că nu putem şti ce fel de impurităţi a cules materialul din flacăra de gaz. Vom obţine un rezultat mai bun dacă vom aşeza plăcile într-o cutie mică de metal pe care o îmbrăcăm în argilă şi o încălzim — pe cît posibil la 1 000°C. Infiltrarea impurităţilor este astfel mult mai redusă.

În cazul unui cap inelar, după tratamentul termic urmează lipirea tolelor. În acest scop le ungem cu materialul de lipit, le presăm şi le uscăm timp de 8—10 ore la o temperatură de 80—100°C.

Pachetul de tole lipite este polizat pe margini şi prins într-o sculă corespunzătoare pentru ca în acest fel să se polizeze suprafeţele care se suprapun în dreptul întrefierului. Se va introduce apoi cu grijă plăcuţa în întrefier, astfel încît să iasă puţin în afară. Capul va fi apoi strîns cu dispozitivul de fixare. Urmează acum să polizăm suprafaţa laterală a inelului care se găseşte în dreptul întrefierului. Această operaţie trebuie realizată cu un suport cu mişcare circulară şi cu o piatră cu fineţea 500.

Ar trebui ca după polizare să finisăm în mod special suprafaţa; deoarece această operaţie poate fi însă cu greu realizată de un amator, va fi suficientă polizarea cu piatra.

Construcţia capetelor cu tole suprapuse se face în mod analog. Pregătirea tolelor ştanţate sau pilite se face după acelaşi procedeu de mai sus.

Tolele se supun unui tratament termic şi se lipesc cîte 3—4 bucăţi într-un pachet. După aşezarea carcasei bobinei şi a plăcuţei de bronz în întrefier, cele două pachete se suprapun (v. fig. 21). Urmează şlefuirea suprafeţei

Scanned with OKEN Scanner

care vine în contact cu banda, după ce am fixat însă în prealabil capul în dispozitivul de prindere.

Capetele trebuie acoperite cu un ecran de permalloy sau miumetal. Ecranarea este necesară în primul rînd la capul de redare (şi la capul combinat) şi eventual la capul de înregistrare. La nevoie se prevede un ecran de cupru şi la capul de ştergere spre a împiedica dispersia înaltei frecvenţe. Ecranul va fi izolat faţă de cap spre a nu constitui o sarcină pentru acesta, fiind vorba de o spiră închisă în scurtcircuit (prin şasiu şi şurubul de fixare). Ecranul este deschis numai în partea frontală, în partea de contact a capului cu banda. Aici se foloseşte un căpăcel de permalloy care poate fi închis după fixarea benzii. Un alt sistem poate fi realizat cu o placă-ecran fixată la o anumită distanţă în faţa capului, pentru a împiedica pătrunderea din faţă a perturbaţiilor.

Ecranul prelucrat şi îndoit va fi supus unui tratament termic. (În urma acestui tratament piesele componente ale ecranului vor putea fi sudate).

Poziţia traseului sonor pe bandă

Pentru a putea folosi înregistrările şi pe alte magnetofoane, este deosebit de important ca în cazul sistemului cu două trasee să stabilim poziţia traseelor şi, prin aceasta, şi conformaţia capului.

Cele mai multe magnetofoane satisfac de pe acum normele internaţionale în vigoare. În conformitate cu acestea, stratul magnetic trebuie să se găsească pe partea stîngă faţă de sensul de deplasare a benzii şi traseul corespunzător acestui sens trebuie să fie aşezat în partea superioară a benzii. Dacă la aparatul nostru nu vom aşeza capul ţinînd seama de cele de mai sus, înregistrările pe care le facem nu vor putea fi redate pe alte magnetofoane şi nici noi nu vom putea folosi benzile altora.

Măsurarea cîtorva proprietăţi ale capetelor

Una din caracteristicile cele mai importante ale capetelor este inductanţa. Aceasta poate fi relativ uşor deter-

Scanned with OKEN Scanner

minată, dacă vom considera ca neglijabilă rezistența ohmică. În aceste cazuri vom măsura cîți miliamperi are curentul de frecvență cunoscută care curge prin cap în urma aplicării tensiunii U. Inductanța căutată este

$$L = 0{,}16 \frac{U}{I \cdot f},$$

unde:

L este inductanța capului, în mH;
U — tensiunea la bornele capului, în V;
I — curentul care curge prin cap, în mA;
f — frecvența curentului, în Hz.

Se va obține un rezultat mai precis dacă se va căuta să se stabilească la ce frecvență apare rezonanța circuitului oscilant format din capul magnetic și un condensator de valoare cunoscută.

Inductanța capului se calculează cu formula

$$L = \frac{25}{f_0^2 C}$$

în care:

L este inductanța capului, în mH;
f_0 — frecvența de rezonanță;
C — valoarea condensatorului cunoscut, în μF.

Sensibilitatea capului poate fi stabilită ușor dacă ne stă la dispoziție o bandă etalon. Vom putea însă să efectuăm măsurători comparative și în lipsa acesteia.

Vom reda o bandă avînd înregistrată o frecvență oarecare și vom stabili care este mărimea tensiunii pe care o dă fiecare cap. Este indicat să raportăm tensiunea obținută la o spiră a capului.

S-a amintit mai sus că din punct de vedere magnetic întrefierul efectiv este întotdeauna mai mare ca întrefierul fizic real. Aceasta se datorește faptului că intrarea și ieșirea liniilor de forță nu este limitată la cele două

Scanned with OKEN Scanner

margini ale întrefierului, ci are loc pe o porțiune mai lungă sau mai scurtă, în funcție de materialul capului și al benzii.

Întrefierul efectiv poate fi ușor măsurat. În acest scop, se va efectua o înregistrare cu o viteză foarte mică (de exemplu 4,5 cm/s) pînă la limita de frecvență superioară de 10—15 kHz. La redarea înregistrării, se constată că o dată cu creșterea frecvenței tensiunea scade mereu. La o anumită frecvență, tensiunea devine egală cu zero (respectiv se va putea măsura numai zgomotul), apoi începe să crească din nou, atinge o valoare maximă mai mică decît cea precedentă și descrește iar. Creșterea în continuare a frecvenței va da noi puncte de zero și maxime care descresc mereu. La frecvențele la care tensiunea obținută la redare este nulă, lățimea întrefierului efectiv este egală cu lungimea de undă a semnalului de pe bandă, sau cu un multiplu întreg al acesteia.

Deci

$$s = 10\frac{v}{f_0}$$

în care:

s este lățimea întrefierului, în μ
v — viteza benzii, în cm/s;
f_0 — frecvența corespunzătoare primului punct de zero, în kHz.

În sfîrșit, mai prezentăm o metodă pentru determinarea pierderilor în fier ale capului. Vom efectua înregistrări la frecvențele de 50, 100, 200, 400 și 800 Hz. La aceste frecvențe, pierderea prin întrefier și atenuarea datorită autodemagnetizării pot fi încă neglijate; de aceea, măsurînd tensiunea la bornele capului, se va obține caracteristica de frecvență cu panta de 6 dB/octavă.

Dacă se va reda această înregistrare cu o viteză sensibil mai mare (de exemplu de zece ori mai mare) ar trebui să se obțină aceeași caracteristică de frecvență, deoarece pierderile în întrefier și prin autodemagnetizare depind numai de lungimea de undă, ori aceasta a rămas

Scanned with OKEN Scanner

aceeaşi ca la prima măsurare. Totuşi se va constata că noua caracteristică obţinută acum nu urmăreşte dreapta de 6 dB/octavă, ci se curbează în jos faţă de aceasta.

Cauza acestui fenomen este evident numai pierderea în cap care creşte mult cu creşterea frecvenţei.

Tipuri de capete magnetice

În cursul anilor trecuţi au fost create deosebit de multe tipuri de capete. Prezentarea tuturor — la fel ca la benzi — este imposibilă şi nici nu este necesară. În tabela 3 sînt indicate caracteristicile unor capete care se fabrică în R.P.U. şi în alte ţări [1]).

Tabela 3

Tipul capului sau fabrica	Inductanţa mH	Numărul de spire	Diametrul conductorului Φ	Lăţimea întrefierului μ	Curent de polarizare mA[1])	Curent de joasă frecvenţă mA[1])
MF-20 Laboratorul Mecanic	I R 300	1 680	0,07	10	1,1	0,1
	Ş 6	380	0,14	150	40 Curent de ştergere	
AEG Telefunken; de redare inelar	70	2×300	0,15	10		
Loewe Opta; triunghiular	300	5 000	0,05	15	1	0,1
AEG Telefunken; de redare inelar	7	2×150	0,25	10 frontal 200 din spate	15	5

[1]) Curenţii de polarizare şi de joasă frecvenţă se referă la benzi Agfa C.

[1]) Aici, şi în restul lucrării, s-au lăsat intenţionat tipurile de capete, benzi şi motoare din lucrarea originală, întrucît la noi în ţară nu există, deocamdată, o producţie tipizată a acestor elemente. (Nota E. T.)

Scanned with OKEN Scanner

3. AMPLIFICATOARE

Sarcinile amplificatoarelor din instalaţiile de înregistrare mangnetică a sunetului sînt următoarele:

1. Amplificarea tensiunii de microfon şi producerea curentului de audiofrecvenţă necesar pentru alimentarea capului de înregistrare.

2. Producerea curenţilor de înaltă frecvenţă de ştergere şi polarizare.

3. Amplificarea tensiunii obţinute la capul de redare şi efectuarea corecţiei de frecvenţă necesare.

4. Producerea puterii de audiofrecvenţă necesare pentru difuzor.

5. Asigurarea unei semnalizări optice proporţionale cu curentul de audiofrecvenţă care să permită controlul tensiunii de atac.

Sarcinile amplificatoarelor sînt deci destul de diferite şi ele vor fi îndeplinite în modul cel mai corespunzător dacă se va folosi pentru fiecare caz cîte un amplificator separat. La instalaţiile mici însă — la fel ca şi în cazul capetelor — problema amplificatoarelor se pune şi din punct de vedere economic. Amplificatoare separate nu înseamnă doar cheltuieli sporite, ci şi o mărire a dimensiunilor agregatului datorită spaţiului necesar pentru amplasarea lor. Din acest motiv, în cazul magnetofoanelor mici, se folosesc aproape exclusiv amplificatoare combinate. În cele ce urmează ne vom ocupa numai de prezentarea amplificatoarelor combinate.

Caracteristica de frecvenţă a redării

Teoretic, corecţia de frecvenţă necesară la înregistrarea magnetică poate fi împărţită după voie între înregistrare şi redare. Aceasta înseamnă că o ridicare cu 20 dB a frecvenţelor înalte poate fi realizată ridicînd 10 dB la înregistrare şi 10 dB la redare.

O altă posibilitate ar fi să efectuăm toată corecţia de 20 dB la înregistrare, fără a mai face corecţie la redare sau invers, să aplicăm ridicarea înaltelor numai la redare.

Scanned with OKEN Scanner

Cu oricare din metodele de mai sus se poate obține o caracteristică de frecvență liniară.

În schimb, dacă dorim să redăm înregistrarea făcută în aceste condiții pe un alt aparat, la care corecția este altfel repartizată, nu vom mai obține o caracteristică liniară.

Pentru a se putea asigura schimbul de programe înregistrate CCIR (Comitetul Consultativ Internațional de Radiocomunicații) a normalizat caracteristica de frecvență a amplificatorului de redare. Norma prescrie ca amplificarea amplificatorului de redare să varieze în funcție de frecvență la fel ca impedanța unui circuit serie *RC* cu o constantă de timp de 100 μ s.

Condiția aceasta deosebit de precisă înseamnă că variația în funcție de frecvență a impedanței unui circuit format dintr-un condensator legat în serie cu o rezistență trebuie să aibă aceeași alură ca variația amplificării unui amplificator de redare, dacă produsul *RC* ne dă o constantă de timp de 100 μ s. Această curbă de frecvență se referă la magnetofoanele cu o viteză a benzii de 19,05 cm/s.

În mod analog s-a stabilit corecția necesară pentru vitezele de 38,1 și 76,2 cm/s. Diferența constă doar în constanta de timp, care în loc de 100 μ s este 35 μ s. Pentru viteza de 9,5 cm/s nu există încă o caracteristică de frecvență normalizată, totuși se va putea și aici caracteriza curba de frecvență a redării printr-un circuit *RC* cu o constantă de 200 μ s.

În toate cazurile, curbele se referă la un cap de redare ideal care nu are pierderi nici în întrefier și nici în miezul de fier. Este evident că un ase-

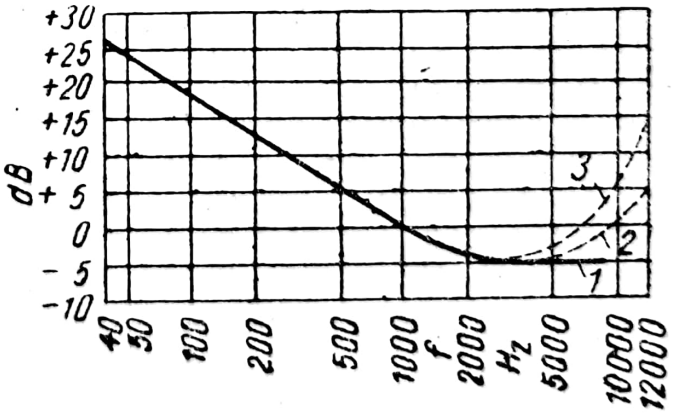

Fig. 23. Curba de frecvență a unui amplificator de redare normalizat:

1 — la un cap ideal; 2 — la o lățime a întrefierului de 5—7 μ; 3 — la o lățime a întrefierului de 10—12 μ.

Scanned with OKEN Scanner

menea cap nu există şi de aceea, în funcţie de calitatea capului, este necesară o ridicare la frecvenţele înalte. În fig. 23 se poate vedea caracteristica de frecvenţă normalizată şi corecţia necesară la sunetele înalte pentru un cap cu o lăţime a întrefierului de 5—7, respectiv 10—12 μ.

În cazul unui întrefier mai mare, ridicarea va fi mai mare.

Caracteristica de frecvenţă a înregistrării

Caracteristica de frecvenţă a amplificatorului de redare este dată, deci. Stabilind tipul de bandă folosit la magnetofonul nostru, am stabilit şi caracteristica de frecvenţă a amplificatorului de redare. Desigur că va trebui să realizăm în amplificatorul de înregistrare o astfel de caracteristică de frecvenţă, încît înregistrarea efectuată cu acesta pe banda aleasă şi redată pe un amplificator de redare avînd o caracteristică dată să ne dea o caracteristică liniară.

După cum se vede, amplificatorul de redare corectează caracteristica de frecvenţă a capului de redare avînd panta de 6 dB/octavă şi compensează atenuarea datorită efectului întrefierului şi pierderilor în fier produse în capul de redare.

În amplificatorul de înregistrare va trebui să corectăm scăderea nivelului produsă la sunetele înalte din cauza autodemagnetizării benzii şi a pierderilor în capul de înregistrare. Valoarea autodemagnetizării pentru o bandă cu $\lambda_1 = 100\mu$ este indicată în tabela 1. Autodemagnetizarea unei benzi cu o altă lungime de undă λ_1 poate fi citită pe curba benzii, sau poate fi calculată cu cunoscuta formulă

$$D_{dem} = 8{,}68 \frac{\lambda_1}{\lambda} \text{ [dB]}.$$

Ridicarea frecvenţelor înalte în amplificatorul de înregistrare va fi egală ca mărime cu atenuarea nivelului la frecvenţa cea mai mare, faţă de tensiunea maximă măsurată la bornele capului de redare. Această valoare în dB poate fi citită de asemenea în tabela 1. În cazul

Scanned with OKEN Scanner

vitezei de 19,05 cm/s, la 10 000 Hz va fi necesară o ridicare de 23,6 dB.

Experienţa precum şi consideraţii teoretice arată că nu este bine să se aplice în amplificatorul de înregistrare o ridicare a frecvenţelor înalte mai mare ca 20—25 dB, deoarece se va produce o supramodulare a benzii la frecvenţele înalte. Banda de 100 μ este deci tocmai la limită. Dacă apare ca necesară o ridicare mai mare, atunci avem două posibilităţi:

1) fie că vom face o derogare de la caracteristica de frecvenţă normalizată a amplificatorului de redare şi-i vom mări ridicarea;

2) fie că va trebui să folosim o bandă mai bună (cu λ_1 mai mic).

În amplificatorul de înregistrare nu va mai fi necesară altă corecţie decît cea stabilită după metoda de mai sus.

În partea inferioară a benzii de frecvenţe curentul care trece prin cap este menţinut constant. Ridicarea va începe de la acea frecvenţă care corespunde maximului din caracteristica de frecvenţă a capului (în cazul benzii de 100 μ şi la o viteză de 19,05 cm/s, această frecvenţă este de cca. 1 700 Hz).

Amplificarea necesară

Factorul de amplificare al amplificatorului de redare depinde de valoarea tensiunii primite de la capul de redare şi de tensiunea necesară pentru atacul etajului final. Capetele de redare cu impedanţă mare, lucrînd pe jumătate din lăţimea benzii, dau o tensiune de 1,5—2 mV la 1 000 Hz şi la o viteză de 19,05 cm/s. Pentru atacul etajului este suficientă de obicei tensiunea de 2 V. Rezultă că amplificarea necesară este de

$$\frac{2V}{2mV} = 1\,000.$$

Corecţia de frecvenţă se face întotdeauna în dauna amplificării, astfel că aceasta din urmă trebuie majorată cel puţin cu mărimea corecţiei. La o viteză de 19,05 cm/s,

Scanned with OKEN Scanner

după caracteristica normalizată este necesară o ridicare a frecvenţelor înalte de 25—30 dB. Factorului de amplificare 1 000 îi corespund 60 dB, astfel că adunînd cei 30 dB de mai înainte, ne va trebui o amplificare de 90 dB, care se poate realiza cu două pentode cu amplificare mare, sau cu o pentodă şi două triode.

Mărimea amplificării amplificatorului de înregistrare este determinată de tensiunea de microfon şi de tensiunea pe care trebuie s-o aplicăm capului pentru ca prin el să circule curentul de magnetizare prescris. Un microfon dinamic furnizează o tensiune de cca. 0,1 mV, la o putere sonoră mijlocie. Utilizînd un transformator cu un raport 1 : 20 se va obţine la grila primului tub o tensiune de atac de cca. 2 mV. Un microfon cu cristal tot pentru o putere sonoră medie livrează o tensiune de cca. 10—20 mV. În cazul unui cap de înregistrare de impedanţă mare este suficientă o tensiune de cca. 2 V pentru ca prin cap să treacă curentul de 100 μA necesar magnetizării. Avem însă pretenţia ca — neţinînd seama de corecţia de la frecvenţele înalte — prin cap să curgă la orice frecvenţă un curent constant.

Se ştie că impedanţa capului — datorită caracterului ei inductiv — creşte proporţional cu frecvenţa; pentru a asigura un curent constant ne va trebui deci o tensiune care să crească şi ea proporţional cu frecvenţa.

Se poate evita creşterea tensiunii dacă se va lega în serie cu capul o rezistenţă ohmică atît de mare încît variaţia impedanţei capului să nu modifice rezistenţa întregului circuit. Aceasta însă are ca rezultat creşterea tensiunii necesare. În practică, în general se leagă în serie cu capul o rezistenţă de 10—15 ori mai mare decît impedanţa măsurată la frecvenţa maximă. În aceeaşi măsură creşte însă şi tensiunea necesară. În concluzie, trebuie să aplicăm în circuitul capului o tensiune de cel puţin 20—30 V.

La instalaţiile simple, nici nu se foloseşte amplificator pentru înregistrare. Magnetofonul cuprinde doar circuitul capului cu elementele necesare pentru corecţia de frecvenţă şi acest circuit trebuie alimentat cu o tensiune de audiofrecvenţă de 30—70 V. Această tensiune poate fi

Scanned with OKEN Scanner

obținută de la orice radioreceptor de pe anodul etajului final, prin intermediul unui condensator (excepție fac etajele finale în contratimp).

Zgomote și distorsiuni

Pentru a atinge atît la înregistrare cît și la redare un raport semnal/zgomot corespunzător, se cere ca tensiunea de zgomot raportată la grila primului tub să nu depășească 15 μV. Raportînd această tensiune la tensiunea de atac de 1,5 mV, rezultă un raport semnal/zgomot de 40 dB. Bineînțeles că acest rezultat nu poate fi atins cu orice tub. În primul etaj se folosesc cu succes tuburile EF 40, EF 84, EF 804, 6 AT 6 și altele. Trebuie însă să se asigure ecranarea îngrijită a legăturilor la tub. Pentru evitarea microfoniei, sau mai bine zis pentru reducerea ei este indicată suspendarea elastică a soclului. Brumul produs de încălzirea în curent alternativ poate fi micșorat prin legarea la pămînt a punctului median din circuitul de încălzire al tubului. Pentru a obține o valoare bună a raportului semnal/zgomot va trebui să încălzim primul tub cu un curent continuu bine filtrat.

Pentru micșorarea brumului se folosește în multe cazuri o bobină denumită de compensare. Bobina realizată cu cîteva spire nu are miez de fier și se leagă la redare în serie cu capul, între acesta și pămînt sau catod. Printr-o amplasare corespunzătoare a bobinei se poate obține ca tensiunea de brum indusă în ea să compenseze tocmai brumul cules de cap. Reglajul bobinei de compensare este destul de delicat; un reglaj greșit nu numai că nu ajută, ci din contra, înrăutățește raportul semnal/zgomot. În multe cazuri se întîmplă ca bobina de compensare să micșoreze brumul de 50 Hz, în schimb să mărească zgomotul perturbator de 100 Hz, care se aude mai bine (provenind de exemplu din dispersia bobinei de filtraj), deoarece capul și bobina pot fi influențate de cîmpuri cu caracter diferit. Tocmai din acest motiv nu se recomandă utilizarea bobinei de compensare și vom încerca să micșorăm zgomotul printr-o ecranare executată cu grijă. Dacă totuși folosirea ei se dovedește utilă,

Scanned with OKEN Scanner

se va aşeza neapărat în apropierea capului, cu posibilităţi uşoare de mişcare şi se va regla nivelul minim al zgomotului cu motorul în funcţiune, însă fără bandă.

În cazul magnetofoanelor, cea mai mare parte a distorsiunilor sînt produse de bandă. Avînd în vedere că valoarea acestora este de 4—5%, amplificatoarele vor fi în aşa fel realizate încît valoarea de mai sus să nu fie înrăutăţită. Prin reglarea corectă a punctului de funcţionare a tuburilor şi eliminarea sarcinilor exagerate, vom încerca să menţinem coeficientul de distorsiuni sub 1%.

În amplificatorul de înregistrare se va măsura un coeficient de distorsiuni important la frecvenţele ale căror armonici superioare de ordinul 2 sau 3 cad tocmai în apropierea regiunii de ridicare masivă a frecvenţelor înalte. Acest fenomen nu este supărător din punct de vedere al distorsiunilor (avînd în vedere că armonicile superioare sînt şi ele supuse diferitelor atenuări la frecvenţele înalte), în schimb aceste armonici se interferează cu curentul de polarizare şi rezultatele pot fi auzite pe bandă sub formă de fluierături.

Producerea curenţilor de înaltă frecvenţă

Oscilatorul de înaltă frecvenţă poate funcţiona în orice schemă de oscilator. În practică, se foloseşte de obicei montajul Meissner sau unul din montajele în trei puncte care dă rezultate bune. În cazul instalaţiilor mici, capul de ştergere şi cel de înregistrare sînt alimentate întotdeauna din acelaşi oscilator. Pentru a împiedica încălzirea peste măsură a capului de ştergere, frecvenţa de ştergere nu va fi mai mare ca 50—60 kHz. Capul de ştergere cu impedanţă mică folosit în mod curent absoarbe o putere de 4—4,5 W. Cea mai mare parte a acestei puteri se transformă în căldură în miezul de fier al capului.

Din cauza consumului mare de putere se va folosi întotdeauna ca oscilator un tub de putere.

Dacă vom renunţa la operaţia de ştergere pe magnetofon, realizînd-o printr-o bobină cu miez de fier deschis alimentată în curent alternativ, atunci bineînţeles că se

Scanned with OKEN Scanner

poate obține puterea mult mai mică necesară pentru polarizare cu un tub de o putere redusă.

Inductanța capetelor de ștergere are o valoare de 2—6 mH. Impedanța lor la 50 kHz ar fi de 650—2000 Ω, dacă pierderile în fier, constituind o rezistență de sarcină legată în paralel, nu ar micșora această valoare. Ca urmare a pierderilor în fier rezistența capului scade la 300—700 Ω.

Sarcina optimă a tubului final (de putere) este de cca. 7 000 Ω. Va trebui să alegem în așa fel raportul dintre numărul de spire al bobinelor de oscilație și cuplaj, încît sarcina din circuitul anodic să corespundă valorii optime. Avînd în vedere cele de mai sus, raportul va fi de exemplu $\frac{7\,000}{300} \approx 23$ rezultînd un raport al numărului de spire $a = \sqrt{23} \approx 5$. La oscilatoare se folosesc adeseori bobine în forma de oală cu miez presat din pulbere de fier.

La aceste bobine numărul de spire se calculează cu relația

$$n = \sqrt{\frac{L}{A_L}}$$

în care:

n este numărul de spire;
L — inductanța necesară, în μH;
A_L — coeficientul de umplere.

Acest factor $A_L \approx 0{,}0551$ pentru un miez de 28 mm diametru și 23 mm înălțime. În cazul unui miez cu diametru de 34 mm și o înălțime de 28 mm, $A_L = 0{,}054$.

Pentru controlul curentului de ștergere, se cuplează de multe ori în serie cu circuitul capului de ștergere un mic bec cu incandescență. La capetele de 2—6 mH folosite de obicei, se pot utiliza becuri de 50—200 mA cu 4—6,5 V.

Diferite scheme de amplificatoare

Amplificatoarele se pot realiza în foarte multe moduri. În cele ce urmează se prezintă principiul de bază al diferitelor soluții, precum și cîteva exemple practice.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru realizarea caracteristicii de frecvenţă normalizate în cazul amplificatoarelor de redare, există trei metode:

1) încărcarea capului cu o sarcină dependentă de frecvenţă;

2) utilizarea unui divizor de tensiune dependent de frecvenţă;

3) realizarea unei reacţii negative dependentă de frecvenţă.

Dezavantajul metodei enunţate la punctul 1 este că tensiunea capului scade sub efectul sarcinii şi în toată banda de frecvenţe tensiunea de atac este mică.

Va rezulta deci şi un raport semnal/zgomot dezavantajos. În afară de aceasta, montajul este foarte sensibil la proprietăţile capului. Este foarte probabil că schimbînd capul va trebui să schimbăm şi circuitul de corecţie. Această soluţie nu este folosită la magnetofoanele mici.

Metodele amintite la punctele 2 şi 3 sînt indicate dacă elementul divizor de tensiune sau reacţia negativă cuprinde circuitul *RC* cu constantă de timp de 100 μs, prescris de norme.

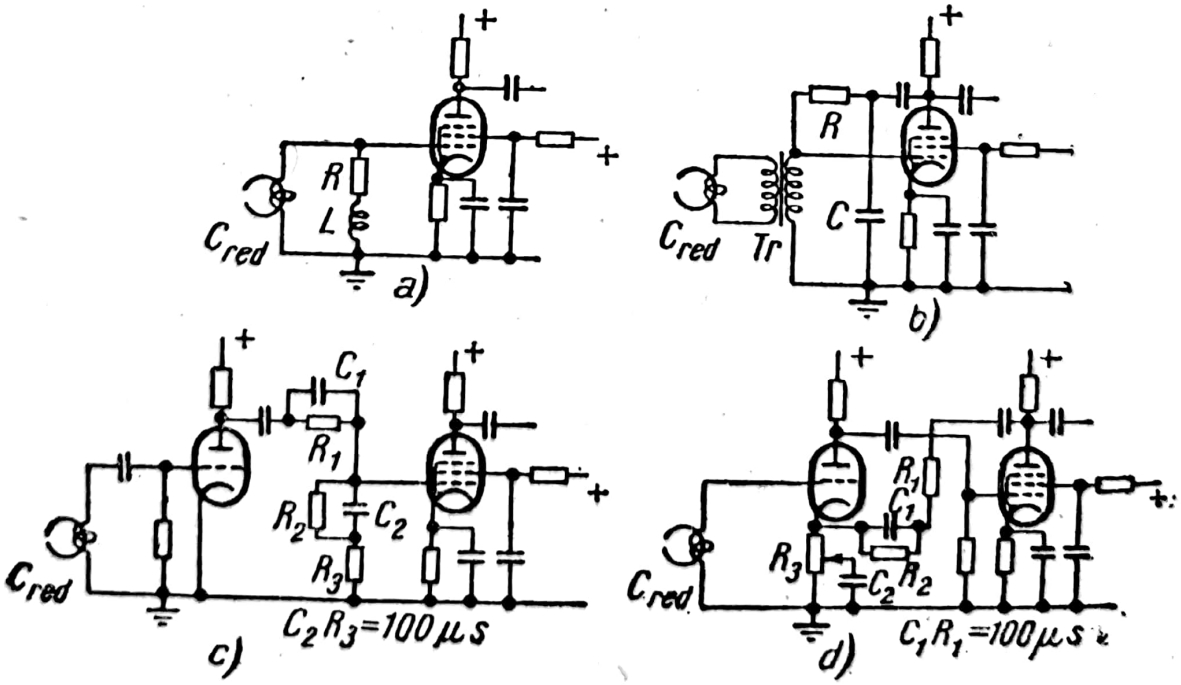

Fig. 24. Scheme pentru corecţia amplificatorului de redare:
a — corecţie prin cuplarea unei sarcini direct pe cap; *b* — corecţie prin reacţie; *c* — corecţie cu divizor de tensiune dependent de frecvenţă; *d* — corecţie prin reacţie dependentă de frecvenţă.

Scanned with OKEN Scanner

In fig. 24 se arată exemple generale pentru cele trei metode. Cea mai indicată cale pentru ridicarea frecvenţelor înalte necesară pentru a compensa pierderea în întrefier este utilizarea unei a doua reacţii cu un circuit oscilant.

In cazul amplificatoarelor de înregistrare, stabilizarea curentului se face aproape în toate cazurile printr-o rezistenţă legată în serie cu capul. Curentul prin cap poate fi stabilizat şi prin intermediul unei reacţii de tensiune proporţionale cu curentul. Pentru ambele cazuri se dau scheme în fig. 25.

Ridicarea frecvenţelor înalte necesară la înregistrare se poate face fie printr-un circuit oscilant aşezat în amplificator, fie printr-un condensator care şuntează o rezistenţă legată în serie cu capul.

In cele ce urmează se arată două exemple de amplificatoare combinate de înregistrare şi redare. Amplifica-

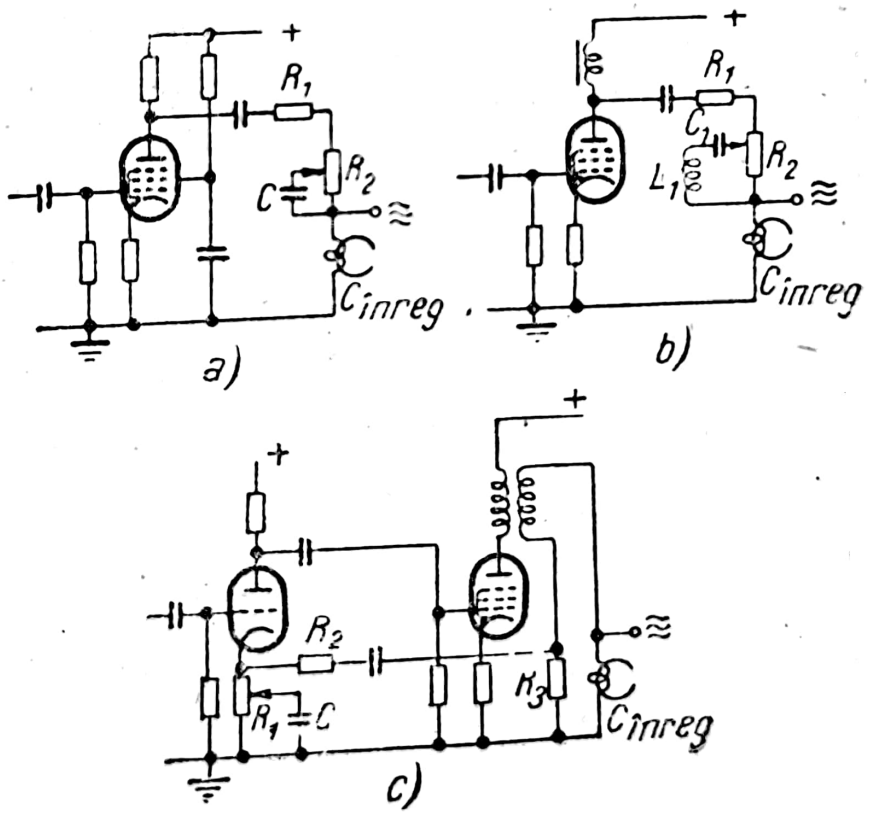

Fig. 25. Scheme de amplificatoare de înregistrare: *a* — stabilizarea curentului prin rezistenţă serie şi ridicarea înaltelor prin element *RC*; *b* — stabilizarea curentului prin rezistenţă serie şi ridicarea înaltelor prin element *LC*; *c* — stabilizarea curentului prin reacţie, ridicarea înaltelor prin element *RC*.

Scanned with OKEN Scanner

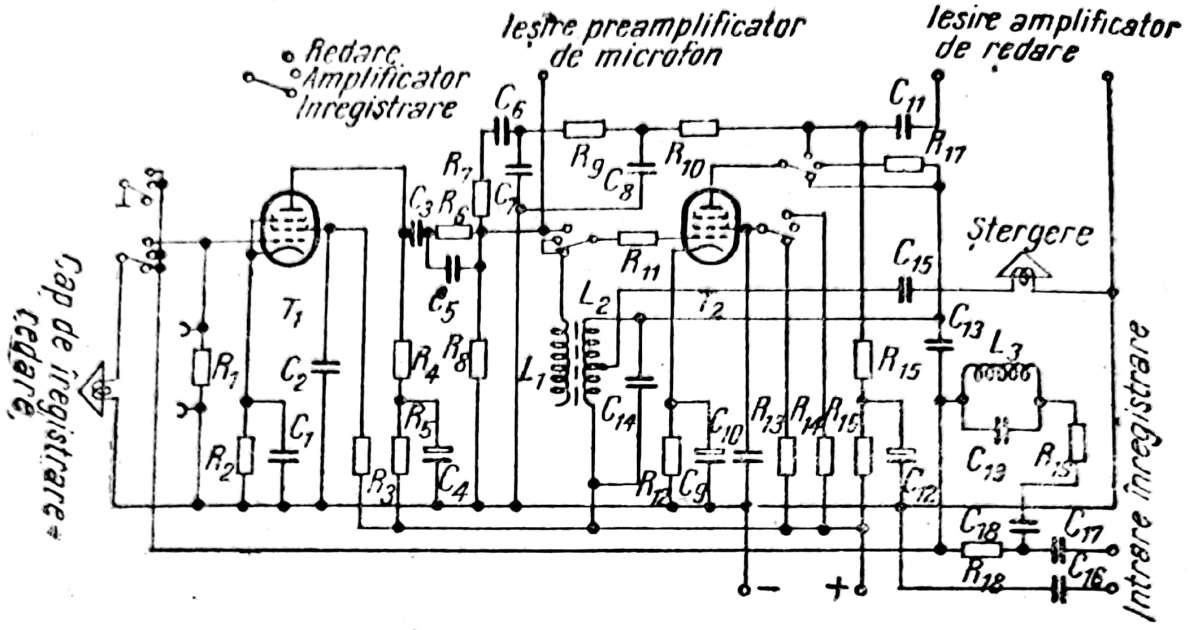

Fig. 26. Amplificator combinat de înregistrare—redare.

$R_1 = 3$ MΩ	$R_9 = 75$ kΩ	$R_{17} = 20$ kΩ	$C_6 = 500$ pF	$C_{14} = 5\,000$ pF
$R_2 = 2{,}5$ kΩ	$R_{10} = 75$ kΩ	$R_{18} = 50$ kΩ	$C_7 = 250$ pF	$C_{15} = 25\,000$ pF
$R_3 = 0{,}4$ MΩ	$R_{11} = 1$ kΩ	$R_{19} = 5$ kΩ	$C_8 = 1\,500$ pF	$C_{16} = 0{,}5$ μF
$R_4 = 0.15$ MΩ	$R_{12} = 800$ Ω	$C_1 = 100$ μF	$C_9 = 50$ μF	$C_{17} = 0{,}5$ μF
$R_5 = 50$ kΩ	$R_{13} = 1$ kΩ	$C_2 = 8$ μF	$C_{10} = 0{,}5$ μF	$C_{18} = 1{,}5$ nF
$R_6 = 100$ kΩ	$R_{14} = 0{,}5$ MΩ	$C_3 = 5\,000$ pF	$C_{11} = 0{,}1$ μF	$C_{19} = 500$ pF
$R_7 = 50$ kΩ	$R_{15} = 10$ kΩ	$C_4 = 8$ μF	$C_{12} = 8$ μF	$V_1 =$ EF40
$R_8 = 0{,}6$ MΩ	$R_{16} = 50$ kΩ	$C_5 = 200$ pF	$C_{13} = 400$ pF	$V_2 =$ EL41

torul din fig. 26 este foarte simplu. La redare tuburile EF 40 şi EL 41 funcţionează montate în serie. La înregistrare, tubul EL 41 este cuplat ca oscilator; în această situaţie va trebui să luăm semnalul de audiofrecvenţă de la un alt amplificator, sau din etajul final al unui radioreceptor. La înregistrare, primul tub va fi folosit ca preamplificator de microfon. Tubul EL 41 lucrează ca oscilator cu reacţie Meissner. Bobina circuitului oscilant a fost confecţionată pe un miez presat din pulbere de fier. Diametrul miezului este de 28 mm, iar înălţimea de 23 mm. Numărul de spire necesar: în primar 200 de spire cu prize la 30, 40 şi 50 de spire cu conductor emailat de 0,3 mm diametru; în secundar 20 de spire cu conductor emailat de 0,2 mm diametru. Capul de ştergere este cuplat prin condensatorul C_{15} la o priză a bobinei. Curentul consumat de capul de ştergere este de cca. 150 mA. Oscilatorul oscilează pe frecvenţa de 50—60 kHz. Rezistenţa R_{11} împiedică oscilaţiile parazite la frecvenţe

Scanned with OKEN Scanner

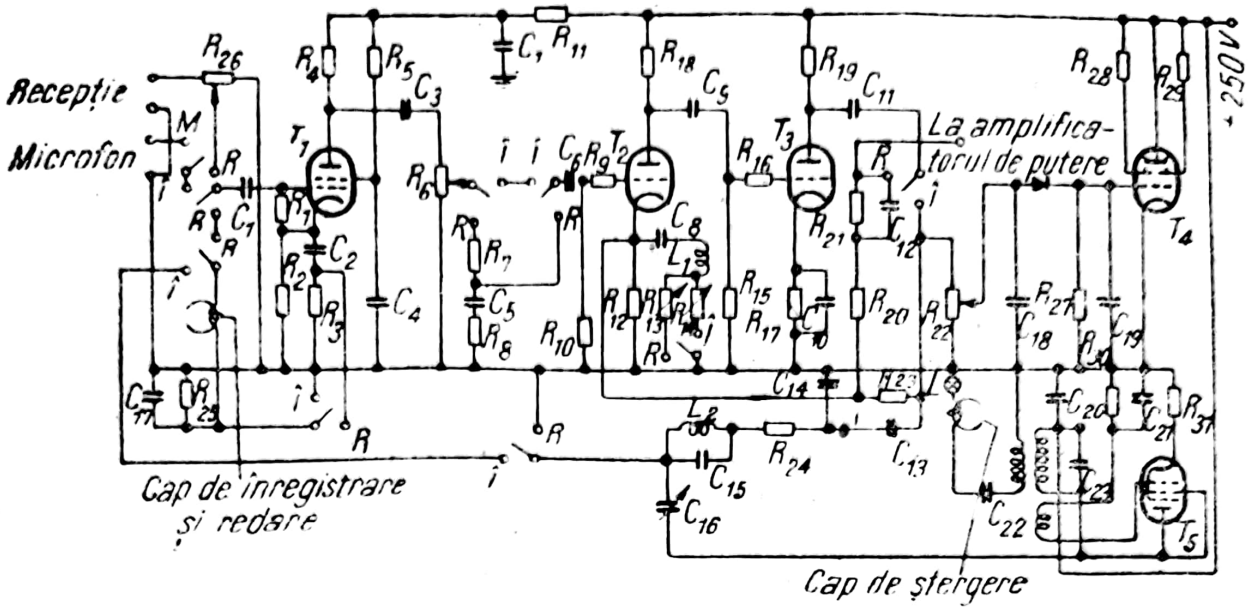

Fig. 27. Amplificator combinat de înregistrare și redare cu indicator de nivel.

R_1 = 10 MΩ	R_{13} = 10 kΩ	R_{25} = 33 kΩ	C_6 = 2 200 pF	C_{18} = 300 pF
R_2 = 22 kΩ	R_{14} = 10 kΩ	R_{26} = 250 kΩ	C_7 = 4 μF	C_{19} = 0,1 μF
R_3 = 2,0 kΩ	R_{15} = 1 MΩ	R_{27} = 2 MΩ	C_8 = 7 000 pF	C_{20} = 0,1 μF
R_4 = 220 kΩ	R_{16} = 1 kΩ	R_{28} = 2 MΩ	C_9 = 10 000 pF	C_{21} = 180 pF
R_5 = 1 MΩ	R_{17} = 820 Ω	R_{29} = 2 MΩ	C_{10} = 50 μF	C_{22} = 10 000 pF
R_6 = 220 kΩ	R_{18} = 330 kΩ	R_{30} = 5 kΩ	C_{11} = 0,22 μF	C_{23} = 2 000 pF
R_7 = 470 kΩ	R_{19} = 57 kΩ	R_{31} = 400 Ω	C_{12} = 2,2 μF	V_1 = EF40
R_8 = 75 kΩ	R_{20} = 330 kΩ	C_1 = 47 μF	C_{13} = 0,1 μF	V_2 = 6AT6
R_9 = 10 kΩ	R_{21} = 1,5 MΩ	C_2 = 0,47 μF	C_{14} = 470 pF	V_3 = 6AT6
R_{10} = 2,2 MΩ	R_{22} = 0,5 MΩ	C_3 = 22 000 pF	C_{15} = 400 pF	V_4 = EM4
R_{11} = 33 kΩ	R_{23} = 330 kΩ	C_4 = 0,1 μF	C_{16} = 20—200 pF	V_5 = EL41
R_{12} = 2,2 kΩ	R_{24} = 56 kΩ	C_5 = 10 000 pF	C_{17} = 47 000 pF	

deosebit de mari și reglează în același timp, prin curentul de grilă, tensiunea de negativare a tubului. Polarizarea capului de înregistrare se face prin condensatorul C_{12}. Valoarea condensatorului C_{13} este impusă de tipul benzii utilizate și este bine să fie reglată pe cale experimentală. Rezistența R_{18} legată în serie cu capul servește pentru stabilizarea curentului. Rolul condensatorului C_{18} legat în paralel, al rezistenței R_{19} și al circuitului oscilant format din C_{19}—L_3 este următorul: circuitul oscilant este acordat pe frecvența oscilatorului și împiedică trecerea curentului de polarizare prin sursa de audiofrecvență care debitează pe capul de înregistrare. Condensatorul C_{18} și rezistența R_{19} stabilesc mărimea ridicării frecvențelor înalte necesare la înregistrare, deoarece la aceste frecvențe C_{18} șuntează rezistența R_{18}. Ridi-

Scanned with OKEN Scanner

carea la frecvențele înalte este limitată de rezistența R_{19}, dacă rezistența poate fi înlocuită înseamnă că se poate regla și mărimea corecției.

La redare, capul se cuplează la grila tubului EF 40. Cuplajul cu grila tubului EL 41 se face prin condensatorul C_3 și rezistența R_6. Condensatorul C_5 este în paralel pe rezistența R_6 și astfel divizarea de tensiune care are loc pe rezistențele R_6—R_8 va avea o valoare mai mică la frecvențele înalte. Corecția la frecvențele joase se realizează prin reacția dintre circuitul anodic al tubului EL 41 și circuitul de grilă. Condensatorul C_7 și rezistențele R_7, R_9 și R_{10} constituie circuitul RC cu o constantă de timp de 100 μs, cerută de caracteristica de frecvență normalizată. Condensatoarele C_7, C_8 și rezistența R_9 slăbesc reacția la frecvențele înalte.

Dacă la înregistrare vom folosi primul tub ca preamplificator de microfon ne vom îngriji ca înalta frecvență dispersată să nu supramoduleze preamplificatorul și amplificatorul de putere care-i urmează.

În caz de supramodulație, amplificarea scade și se produc distorsiuni. Și mai neplăcut este faptul că semnalul care supramodulează amplificatorul nu poate fi auzit.

În fig. 27 se prezintă un amplificator mai complet care poate fi folosit și ca amplificator de înregistrare. La redare, una din bornele capului se leagă la grila primului tub, iar a doua este cuplată prin condensatorul C_2 la catod. Cuplînd capul la catod, vom anula efectul reacției de curent care apare pe rezistența R_3.

Corecția de frecvență la redare se realizează prin divizorul de tensiune dependent de frecvență și format din rezistențele R_7 și R_8 și condensatorul C_5. Rezistența R_8 și condensatorul C_5 formează circuitul RC cu o constantă de timp normalizată. Corecția la frecvențele înalte se realizează prin reacția dintre anodul tubului al treilea și catodul celui de al doilea. Rolul circuitului rezonant serie format din elementele L_1 și C_8 este de a slăbi reacția în partea superioară a benzii de frecvențe. Valoarea corecției poate fi reglată prin potențiometrul R_{13}. Deoarece divizorul de tensiune dependent de frec-

Scanned with OKEN Scanner

venţă dintre primul şi cel de al doilea tub nu dă un rezultat satisfăcător la frecvenţele joase, vom mai efectua încă o corecţie de joase în circuitul de reacţie. Cuplajul este atenuat spre frecvenţele joase de condensatorul C_{12}, dar atenuarea este limitată de rezistenţa R_{21}.

La înregistrare microfonul este cuplat între masă şi grila primului tub. Reacţia de curent din catodul primului tub elimină într-o oarecare măsură efectul variaţiei puterii sonore şi împiedică supramodularea benzii. Din primul tub, tensiunea este adusă direct pe grila celui de al doilea, fără să mai ajungă la divizorul de tensiune dependent de frecvenţă. Se elimină de asemenea ridicarea frecvenţelor joase din circuitul de reacţie formată din condensatorul C_{12} cu rezistenţa R_{21}. Ridicarea frecvenţelor înalte se face cu acelaşi circuit oscilant ca la redare, doar că aici reglarea se face cu un potenţiometru diferit, R_{14}. Curentul ajunge la cap prin condensatorul C_{13} şi rezistenţa R_{24} şi prin circuitul oscilant $L_2\,C_{15}$. Circuitul oscilant împiedică trecerea curentului de polarizare spre amplificator, iar R_{24} asigură stabilizarea curentului.

In figură se poate vedea cum a fost rezolvată şi problema indicatorului de nivel. Soluţia cea mai frecvent folosită este aceea cu indicator optic de nivel („ochi magic"). La instalaţiile de amatori nu se folosesc indicatoare de nivel cu instrument, de altfel ele nici nu sînt necesare. Tensiunea care la înregistrare ajunge la capul de înregistrare se aduce prin condensatorul C_{24} la potenţiometrul R_{22}.

Sensibilitatea indicatorului optic de nivel se reglează în aşa fel cu ajutorul potenţiometrului, încît sectorul mai sensibil să se închidă la modularea totală a benzii. Rezistenţa R_{27} şi condensatorul C_{19} aşezate după redresor întîrzie funcţionarea ochiului magic pentru ca sectoarele să se mişte numai în ritmul înfăşurătoarei tensiunii de modulaţie.

Generatorul cu circuitul anodic acordat lucrează cu o reacţie Meissner. Curentul de polarizare se ia din circuitul anodic şi se aduce la capul de înregistrare prin

Scanned with OKEN Scanner

condensatorul C_{16}. Capul de ştergere este legat la bobina de cuplaj a circuitului oscilant prin condensatorul C_{22}.

Datele bobinei oscilatoare: miez în formă de oală cu 175 spire de 0,35 mm diametru în bobina din circuitul anodic, 15 spire de 0,2 mm diametru în bobina din circuitul de grilă şi 160 spire de 0,35 mm diametru în bobina de cuplaj. Se foloseşte conductor emailat.

Construcţia amplificatoarelor

Pentru o funcţionare ireproşabilă a amplificatoarelor nu este suficientă alegerea unei scheme de principiu perfecte, ci sînt necesare un montaj şi o construcţie bine concepute. Amplificatoarele se construiesc de obicei pe şasiuri metalice. La o astfel de construcţie se porneşte întotdeauna de la piesele existente. În alegerea amplasamentului pieselor trebuie să se ţină seama de următoarea condiţie: pentru a împiedica apariţia aerosajelor nu pot sta în apropiere piesele, conductoarele sau punctele schemei dintre care una face parte de exemplu din circuitul etajului 1, iar cealaltă din circuitul unui etaj următor.

Transformatoarele trebuie în aşa fel aşezate încît cuplajul magnetic dintre ele să fie minim. În acest scop, ele se vor aşeza cu miezurile în direcţii perpendiculare.

Pentru a asigura o valoare convenabilă a raportului semnal/zgomot, în amplificator se va folosi un singur punct de punere la masă. În acest caz însă, trebuie să se monteze transformatoarele şi condensatoarele izolat faţă de şasiu. Amplasarea pieselor se va face pe suporţi cu cose. Trebuie să ne îngrijim neapărat de ecranarea amplificatorului, sau cel puţin de ecranarea primului etaj.

Trebuie să se evite ca punctele sensibile la brum sau acroşaje să fie legate prin conexiuni lungi la comutator. De altfel comutatoarele măresc şi aşa pericolul de acroşaje. Pentru a evita acest pericol este bine să se intercaleze între punctele sensibile ale comutatorului cîte o bornă pusă la masă. În cazul utilizării de exemplu a unui disc Jaxley, se vor aduce tensiunile de valori apropiate la acelaşi disc şi vom aşeza între ele plăcuţe de ecranare. Dispersia înaltei frecvenţe se poate micşora

Scanned with OKEN Scanner

prin ecrane de cupru. În general, nu se va aşeza niciodată generatorul în apropierea primului etaj. În orice punct sensibil (primul etaj) se vor ecrana conexiunile chiar dacă au numai o lungime de cîţiva centimetri; ecranele se vor lega la masa comună. Ecranarea constituie un mijloc de protecţie, atît împotriva zgomotelor perturbatoare, cît şi împotriva dispersiei înaltei frecvenţe.

Trebuie ca acum, la urmă, să atragem în mod special atenţia fiecărui amator asupra faptului ca amplificatorul pe care şi-l construieşte să fie accesibil şi uşor de supravegheat.

O instalaţie de amator nu este niciodată complet terminată; întotdeauna găsim ceva de reparat, mereu am vrea să experimentăm noi şi noi soluţii. Dacă construcţia amplificatorului este înghesuită, atunci schimbarea unei piese se poate face numai cu mari greutăţi, cu desfaceri de lipituri şi demontări inutile de piese. Cu un astfel de amplificator nu facem cu plăcere experienţe şi nu sîntem îndemnaţi să-i aducem modificări. Este însă de la sine înţeles că un amplificator frumos construit creează din punct de vedere estetic o impresie cu totul diferită decît o aglomerare neregulată de piese şi conexiuni.

4. MECANISMUL DE ANTRENARE A BENZII

Una din părţile cele mai sensibile şi poate partea cea mai grea de realizat pentru amatorii care îşi construiesc instalaţii de înregistrare magnetică este mecanismul care execută mişcarea benzii. Mecanismul este delicat, deoarece trebuie să-i impunem condiţii stricte cu privire la uniformitatea vitezei benzii (aceste condiţii sînt cerute datorită sensibilităţii deosebite a urechii la variaţiile înălţimii sunetului). Acest lucru poate fi greu realizat, pentru că cea mai mare parte a amatorilor nu dispun de maşini unelte sau scule care sînt absolut necesare pentru confecţionarea precisă a pieselor mecanice. În cadrul acestui capitol se va stabili în primul rînd care sînt factorii care trebuie avuţi în vedere la mecanism, valorile care trebuie respectate în legătură cu aceşti fac-

Scanned with OKEN Scanner

tori, cum vor trebui prelucrate piesele şi, în sfîrşit, care va fi soluţia aleasă pentru asamblarea mecanismului.

Să cercetăm în primul rînd care sînt sarcinile pe care trebuie să le îndeplinească partea mecanică:

1. Trebuie să asigure viteza uniformă a benzii la înregistrare şi redare.
2. Trebuie să întindă banda ca ea să adere bine la cap.
3. Trebuie să asigure posibilitatea rebobinării rapide a benzii.
4. Trebuie să asigure posibilitatea derulării rapide a benzii.
5. Trebuie ca la oprirea benzii, aceasta să nu se desfăşoare şi să nu se formeze bucle.

Primul punct trebuie realizat neapărat şi în orice condiţii. Asigurarea vitezei uniforme a benzii impune de fapt două condiţii. Pe de o parte, trebuie ca banda să aibă aceeaşi viteză nominală atît la înregistrare cît şi la redare, iar pe de altă parte impunem limitele între care viteza reală a benzii se poate abate faţă de viteza nominală.

Trăsătura comună a oricărui sistem de înregistrare a sunetului este că sunetele sînt redate fidel numai dacă viteza benzii sau a discului este aceeaşi la redare ca la înregistrare. Dacă la redare viteza benzii este diferită de cea de la înregistrare, atunci frecvenţa obţinută la redare va diferi de frecvenţa sunetului înregistrat, în aceeaşi măsură în care diferă viteza momentană faţă de viteza iniţială.

Definind această regulă printr-o formulă putem scrie

$$\frac{f_{redare}}{f_{înregistrare}} = \frac{v_{redare}}{v_{înregistrare}}.$$

În cazul abaterii vitezei benzii, se schimbă bineînţeles atît frecvenţa sunetului, cît şi durata sa în timp. În acest caz, înregistrarea este auzită în altă tonalitate şi i se schimbă şi ritmul. Uniformitatea vitezei de deplasare a benzii poate fi asigurată după plac la înregistrare şi redare, în modul cel mai simplu, dacă vom păstra constantă viteza benzii în orice situaţie.

Scanned with OKEN Scanner

In mod teoretic, viteza benzii poate fi aleasă după voie, totuşi este indicat să ne încadrăm în valorile date prin normele internaţionale. În felul acesta creăm posibilitatea ca înregistrările efectuate cu alte instalaţii să poată fi redate pe aparatul nostru, respectiv ca înregistrările noastre să poată fi folosite de alţii.

Vitezele normalizate ale benzilor sînt următoarele:

la agregate de studio	76,2 cm/s (30 "/s) 38,1 cm/s (15 "/s)
la aparate de reportaj sau de amatori . .	19,05 cm/s (7,5 "/s) 9,5 cm/s (3,75"/s)
la dictafoane	4,75 cm/s (1,87"/s) 2,4 cm/s (0,94"/s)

Vitezele care ne vor interesa sînt deci 19,05 şi 9,5 cm/s. Benzile pentru viteza de 9,5 cm/s care se pot procura în R.P.U. corespund numai pentru înregistrarea vorbei. Ele nu prea sînt utilizabile pentru înregistrări muzicale şi de aceea ne vom ocupa în primul rînd de instalaţiile cu viteza de 19,05 cm/s. La aceste agregate toleranţa admisă faţă de viteza normalizată este de 1—2%. În realitate viteza benzii nu este niciodată constantă, ci oscilează mai mult sau mai puţin, în jurul valorii nominale. Oscilaţiile vitezei nu ar produce neplăceri deosebite dacă acceleraţiile şi decelaraţiile ar apare la redare în aceeaşi porţiune a benzii ca la înregistrare. Acest lucru însă este aproape imposibil de realizat. Se poate întîmpla ca variaţiile vitezei să se anuleze reciproc, în schimb există aceeaşi posibilitate ca ele să se însumeze (porţiunea benzii înregistrate cu viteză mai mare nu numai că nu este redată cu o viteză mai mare, ci cu o viteză mai mică decît cea nominală).

Tocmai de aceea variaţia vitezei trebuie limitată la o valoare foarte mică pentru ca variaţia frecvenţei apărută în acest mod să nu fie sezisată de ureche. Din păcate, urechea este deosebit de sensibilă la variaţia frecvenţei. Această sensibilitate depinde de frecvenţa semnalului înregistrat şi de numărul de perioade ale oscilaţiei. Sensibilitatea maximă a urechii este în jurul frecvenţei de

Scanned with OKEN Scanner

7 000 Hz; urechea simte cel mai mult oscilaţiile cu numărul de perioade mai mic decît 8. În astfel de situaţii se observă şi o deviere a frecvenţei de 3‰.

Bineînţeles că această sensibilitate mare se referă numai la sunete curat sinusoidale; în cazul unor sunete complexe nu se vor simţi nici abateri cu mult mai mari. Unele instrumente sînt însă foarte sensibile la oscilaţiile vitezei. Printre acestea se numără în primul rînd pianul, apoi acordeonul, orga şi în general acele instrumente care pot produce sunete întreţinute timp îndelungat, cu un număr relativ mic de armonici superioare.

La magnetofoanele cu viteza de 19,05 cm/s şi 9,5 cm/s variaţia de frecvenţă este de 0,4—0,5%.

Respectarea condiţiei amintite la punctul 2 este deosebit de importantă şi pentru magnetizarea benzii. Numărul liniilor de forţă care străbat banda este cu atît mai mare, cu cît mai mică este reluctanţa circuitului magnetic. Pentru aceasta însă, este necesar ca între cap şi bandă să existe un contact cît mai bun, ceea ce se obţine foarte simplu prin presarea benzii pe cap. În acest scop însă trebuie să frînăm banda care părăseşte ruloul debitor. Rezultatul acţiunii de frînare şi antrenare este întinderea benzii şi presarea ei pe cap. Condiţia de mai sus trebuie să fie respectată de orice tip de magnetofon.

La instalaţiile cu viteză redusă, frînarea benzii nu asigură de obicei în suficientă măsură contactul perfect între bandă şi cap; de aceea se va aşeza în faţa capului un presor sau o rolă de presare. Întinderea benzii trebuie să se facă cu o forţă de 80—100 g, iar presarea benzii pe cap cu o forţă în jur de 20—50 g. Dacă se foloseşte un presor, va trebui să-i reglăm presiunea la valoarea de mai sus.

Dacă întinderea este asigurată numai prin frînarea benzii, va trebui să efectuăm o schimbare de direcţie pentru ca rezultanta forţelor de întindere de 80—100 g să ne dea presiunea dorită.

Condiţia impusă la punctul 3 şi anume rebobinarea rapidă nu este indispensabilă şi un magnetofon care nu respectă această condiţie poate totuşi să realizeze înregistrări perfecte.

Scanned with OKEN Scanner

Rebobinarea se poate face şi prin întoarcerea ruloului şi o nouă trecere a benzii prin faţa capetelor. Această operaţie este însă deosebit de neplăcută şi îndelungată, astfel că merită — angajîndu-ne la o cheltuială şi o muncă suplimentară — să creăm posibilitatea rebobinării rapide.

Condiţia amintită la punctul 4 şi anume derularea rapidă serveşte exclusiv pentru comoditate. Avantajul ei îl vom simţi în primul rînd atunci cînd dorim să redăm numai o anumită porţiune a benzii.

În astfel de ocazii, printr-o derulare rapidă, vom putea găsi repede pasajul respectiv. Amatorul care doreşte să economisească cheltuiala şi oboseala pe care o impune construirea unui mecanism mai complicat poate să renunţe liniştit la această condiţie.

Punctul 5 pune problema frînării necesare pentru oprirea benzii. Este evident că această problemă se pune cu atît mai mult, cu cît este mai mare viteza benzii, avînd în vedere că energia cinetică înmagazinată în rulourile şi rolele în rotaţie este proporţională cu pătratul vitezei. La vitezele de 19,05 şi 9,5 cm/s, frînarea este relativ mică şi astfel problema ei poate fi mai uşor rezolvată.

Metodele de antrenare a benzii

Antrenarea benzii se realizează întotdeauna prin frecare. Dacă se va asigura un contact prin aderenţă între bandă şi o şaibă, o rolă sau un ax care se rotesc cu turaţie constantă, atunci banda se va deplasa cu viteza corespunzătoare vitezei periferice a suprafeţei de contact de pe corpul în rotaţie.

Crearea contactului prin aderenţă se poate face prin mai multe metode. Cea mai uzuală soluţie constă în presarea benzii între axul cu turaţie constantă şi o rolă îmbrăcată cu un inel din cauciuc rigid (fig. 28, *a*).

Această metodă s-a dovedit foarte bună în practică şi se poate afirma că nu merită să se mai încerce şi soluţia care se expune în cele ce urmează. În acest din urmă caz se va înfăşura banda pe o şaibă îmbrăcată cu un material cu aderenţă mare (de exemplu cauciuc) care se roteşte

Scanned with OKEN Scanner

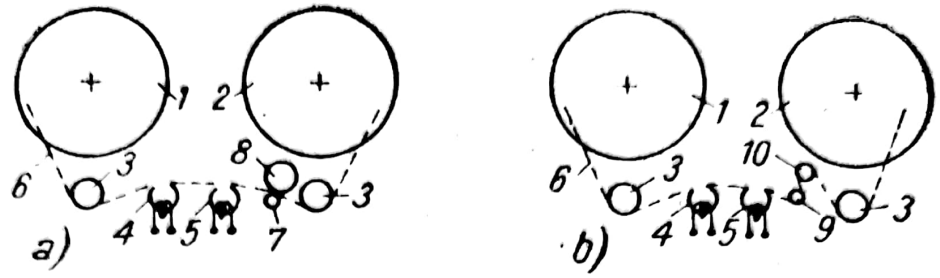

Fig. 28. Metodele de antrenare a benzii:

a — antrenare cu rolă presoare; *b* — antrenare cu rolă de aderență; *1* — ruloul de bandă debitor; *2* — ruloul de bandă colector; *3* — rolă cu volant; *4* — cap de ștergere; *5* — cap combinat; *6* — banda; *7* — ax de antrenare; *8* — rolă presoare de cauciuc; *9* — rolă de dirijare cu resort; *10* — rolă de antrenare cu aderență.

cu o turație constantă, astfel încît banda să adere la bucșă pe un arc cît mai mare, pentru a avea frecare mare. Forța de frecare care ia naștere deplasează banda cu viteza corespunzătoare vitezei periferice a șaibei (fig. 28, *b*).

În cazul antrenării cu ax și rolă de cauciuc, denumită antrenare cu rolă presoare, axul poate fi chiar arborele motorului, sau un ax de antrenare prevăzut cu o rolă cuplată cu motorul printr-o transmisie oarecare. Fie că folosim antrenarea directă cu ax, fie că introducem o transmisie între motor și ax, viteza benzii este determinată de diametrul și turația axului de antrenare. Relația este dată de formula

$$v = \frac{d \pi n}{60},$$

în care:

v este viteza benzii, în cm/s;
d — diametrul axului, în cm;
n — numărul de ture pe minut al axului.

Avînd în vedere că în foarte multe cazuri se utilizează antrenarea directă cu axul motorului, în tabela de mai jos se indică diametrul arborelui motor necesar pentru cele mai importante viteze și turații ale motoarelor (tabela 4).

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 4

Viteza benzii V, în cm/s	Turația motorului n, în rot/min	Diametrul axului d, în mm	Variațiile procentuale admisibile ale vitezei φ	Bătaia admisibilă b, în μ
76,2	3 000	4,853	± 0,1 ± 0,2	2,4 4,8
	1 500	9,707	± 0,1 ± 0,2	4,8 9,6
38,1	1 500	4,853	± 0,2 ± 0,3	4,8 7,2
	1 000	7,28	± 0,2 ± 0,3	7,2 10,8
19,05	1 000	3,64	± 0,3 ± 0,4	5,4 7,2
	750	4,853	± 0,3 ± 0,4	7,2 9,6
9,5	750	2,426	± 0,4 ± 0,5	4,8 6,0
	500	3,64	± 0,4 ± 0,5	7,2 9,0

Viteza benzii corespunde cu viteza periferică a arborelui. Pentru a asigura o viteză constantă a benzii este foarte important ca viteza periferică a axului să nu varieze. De aceea trebuie ca, pe lîngă o turație constantă, raza axului să fie pe cît posibil egală în toate direcțiile, cu alte cuvinte ca „bătaia" axului să nu depășească o anumită valoare admisă. Cît de mare poate fi această bătaie? Este evident că mărimea ei depinde de variația procentuală admisibilă a vitezei și de diametrul axului. Pentru calcul se va putea folosi relația

$$b = 5\, d\, \varphi$$

Scanned with OKEN Scanner

în care:

b este bătaia în μ, măsurată cu un aparat de control;
d — diametrul axului, în mm;
φ — variaţia admisibilă a vitezei benzii.

În tabela 4 se prezintă bătaia maximă admisibilă pentru diferite diametre ale axelor şi variaţia procentuală φ a vitezei.

Din tabelă se poate vedea că la diametre mai mari ale axelor, bătaia admisibilă este mai mare; prelucrarea acestora nu cere deci aceeaşi precizie ca cea a axelor subţiri.

Pe de altă parte, axele exagerat de subţiri se pot deforma foarte uşor, iar rolele de cauciuc dau o suprafaţă de aderenţă mai mică. Din aceste motive nu este indicată utilizarea unor axe cu diametru mai mic de 3,5—4 mm.

După cum s-a mai amintit, viteza benzii trebuie să corespundă cu viteza periferică a axului. Trebuie să precizăm că este vorba de viteza periferică a axului şi nu a rolei presoare, deoarece cele două viteze nu sînt egale. În timp ce prelucrarea precisă a axului nu este prea dificilă, prelucrarea cu aceeaşi precizie a rolei de cauciuc este aproape imposibilă. Pe lîngă aceasta, suprafaţa laterală a rolei de cauciuc suferă o deformaţie elastică prin presarea ei pe ax. Materialul rolei de cauciuc nu este atît de omogen încît deformaţia să fie aceeaşi în fiecare punct al ei.

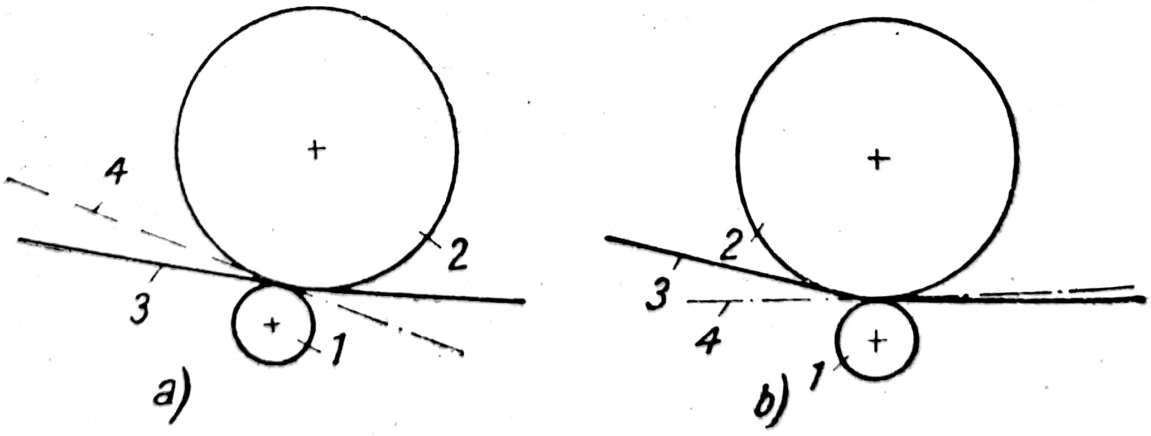

Fig. 29. Poziţia axului de antrenare a rolei presoare şi a benzii:
a — corectă; *b* — incorectă; *1* — axul de antrenare; 2 — rola presoare (rolă de cauciuc); 3 — bandă; *4* — tangenta comună a axului şi rolei.

Scanned with OKEN Scanner

Cu toate că în punctul de contact viteza periferică a rolei de cauciuc este identică cu cea a axului, celelalte puncte de pe periferia rolei se deplasează cu o viteză variabilă, ca urmare a impreciziei de prelucrare şi a variaţiei formei rolei.

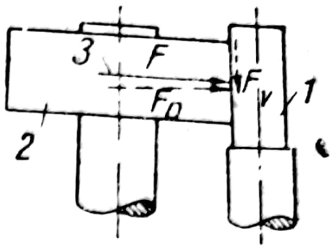

Fig. 30. Apariţia forţei verticale dacă axul de antrenare nu este paralel cu axul rolei de presare: *1* — axul de antrenare; *2* — rolă presoare; *3* — forţă de presare.

În cazul cînd banda, după ce a părăsit capetele, întîlneşte întîi rola de cauciuc (fig. 29, *b*) şi apoi axul, viteza de deplasare a benzii prin faţa capetelor nu va mai fi uniformă, din cauza variaţiei vitezei periferice a rolei de cauciuc. Tocmai de aceea banda trebuie în aşa fel condusă încît, după ce a părăsit capul, să întîlnească întîi axul şi numai după aceea rola de cauciuc (fig. 29, *a*).

Este foarte important ca axul şi suprafaţa laterală a rolei de cauciuc să fie paralele cu axul de antrenare. În caz contrar, va lua naştere o forţă paralelă cu axul, care acţionează în sus sau în jos şi care tinde să arunce banda dintre rolă şi ax. În fig. 30 se vede cum se poate descompune forţa de presare a rolei de cauciuc pe ax în două componente, una perpendiculară si alta paralelă cu axul.

Rola de cauciuc trebuie presată pe ax numai în timpul înregistrării şi redării. În timpul derulării sau rebobinării, banda trebuie să se mişte liberă între ax şi rolă. Apăsarea rolei pe ax se realizează cu un electromagnet sau dispozitiv mecanic.

Motoarele

Piesa cea mai importantă a mecanismului este motorul. În cele ce urmează se vor examina în primul rînd condiţiile care se impun motoarelor.

Motoarele sînt caracterizate prin puterea la arbore sau cuplul şi randamentul măsurate la diferite turaţii. În cazul nostru, randamentul nu ne interesează prea mult şi deci nu ne vom ocupa mai pe larg de această problemă.

Scanned with OKEN Scanner

Va trebui să studiem însă foarte amănunţit ce turaţii va avea motorul şi cît de mare este cuplul necesar.

Se ştie că puterea este travaliul produs într-o secundă. Travaliul este produsul dintre o forţă şi deplasarea pe direcţia forţei. Cunoscînd aceste date din fizică, se va putea stabili destul de simplu puterea necesară pentru antrenarea benzii. După cum se ştie, banda este întinsă permanent în faţa capetelor, pentru ca între capete şi bandă să existe un contact bun. Se va însemna forţa de întindere cu F. În direcţia forţei F, banda se deplasează cu viteza de v cm/s. Înmulţind cele două valori, se va obţine chiar travaliul efectuat într-o secundă, adică puterea

$$P = F \cdot v$$

Dacă forţa F este dată în grame, viteza v în cm/s, atunci puterea P se obţine în gcm/s. Ştiind că 10 000 gcm/s corespund unei puteri de 1 W se va putea scrie:

$$P_{[W]} = \frac{F_{[g]} \cdot v_{[cm/s]}}{10\,000}.$$

Pentru a asigura o aderenţă bună, întinderea benzii trebuie să fie de cca 100 g. Dacă vom rotunji valorile vitezelor normalizate ale benzilor la 10, 20, 40 şi 80 cm/s, putem calcula uşor că puterea necesară pentru deplasarea benzii este de 0,1, 0,2, 0,4 şi 0,8 W. Desigur că în primul moment, acest rezultat ni se pare foarte avantajos, deoarece aparent rezultă posibilitatea utilizării unui motor foarte mic. Nu trebuie însă să uităm că motorul nu va fi folosit numai pentru antrenarea uniformă a benzii, ci şi pentru derularea şi rebobinarea rapidă. În cele mai multe cazuri, rebobinarea benzii se face antrenînd ruloul prin intermediul unui cuple cu fricţiune.

Pentru a asigura rebobinarea uniformă, se va folosi şi aici o forţă de întindere de 100 g. Rezultă că puterea $F \cdot v$ este necesară şi pentru rebobinare. Ţinînd seama că $v = v_p$, unde v_p este viteza periferică momentană a bobinei, se va putea scrie relaţia de mai înainte şi sub această formă:

$$F \cdot v = F \cdot v_p = F \frac{2\pi n}{60} r,$$

Scanned with OKEN Scanner

unde s-a însemnat cu n numărul de ture pe minut al ruloului şi cu r raza momentană a bobinei.

Pe ruloul colector puterea necesară este independentă de turaţie, deoarece scăzînd n, va creşte r, raza bobinei. Spre deosebire de turaţia ruloului, turaţia cuplei cu fricţiune este constantă fiind antrenată de un motor cu turaţie constantă.

Este evident că turaţia cuplei cu fricţiune trebuie să fie cel puţin tot atît de mare ca cea mai mare turaţie a ruloului colector. În acelaşi timp, cupla cu fricţiune trebuie să asigure ruloului puterea necesară şi la turaţia cea mai mică. Rezultă că puterea necesară pentru cuplă este de atîtea ori mai mare ca puterea necesară pentru axul ruloului, de cîte ori este mai mare diametrul ruloului plin faţă de diametrul miezului ruloului. Diferenţa de putere în cazul rotaţiei lente a ruloului este consumată sub formă de pierderi în cuplă.

De obicei raportul diametrelor nu este mai mare ca 4, dar avînd în vedere că, pe de o parte, cupla cu fricţiune se învîrteşte întotdeauna mai repede ca ruloul, iar pe de altă parte, că dispozitivul de transmisie are şi alte pierderi, se poate alege acest raport egal cu 6—8. În acest fel, puterea necesară pentru cuplă variază între 0,6—0,8 şi 4,8—6,4 W pentru diferitele viteze de antrenare a benzilor.

Rebobinarea rapidă sau derularea are nevoie de o putere mai mare. Să presupunem că dorim să rebobinăm un rulou de 200 m într-un minut. Această operaţie necesită o viteză a benzii de 333 cm/s. Din formula cunoscută rezultă puterea necesară

$$P_{[W]} = \frac{F_{[g]} \cdot v_{[cm/s]}}{10\,000} = \frac{100 \cdot 333}{10\,000} = 3{,}3\ W.$$

Dacă se va considera randamentul diferitelor sisteme de transmisie (antrenare cu curea, cu roţi dinţate sau prin fricţiune) de cca 50%, atunci puterea necesară este cca 6,6 W.

Deoarece puterea necesară pentru rebobinare nu este niciodată folosită simultan cu cea necesară pentru redare sau înregistrare, va fi suficient ca la alegerea motorului

Scanned with OKEN Scanner

să se țină cont de puterea cea mai mare. Din cele expuse pînă acum, se poate deci stabili că în cazul antrenării cu un singur motor se obține un rezultat satisfăcător folosind un motor cu o putere de 5—6 W. Bineînțeles că un magnetofon poate fi construit și cu un motor avînd o putere mai mică. Într-o astfel de situație aparatul nu va avea o calitate excepțională și o siguranță mare în funcționare.

Pe baza celor de mai sus rezultă că în cazul unei instalații cu trei motoare, puterea lor ar trebui să fie mai mică. O instalație de acest fel este însă mult mai costisitoare, astfel că acolo unde ea se folosește, cresc și pretențiile și necesarul de putere nu este mai mic, ci chiar mai mare decît în cazul de mai sus.

Puterea satisfăcătoare a unui motor nu ne garantează însă că el va corespunde într-o instalație de înregistrare a sunetului. Este deosebit de important ca turația motorului să nu varieze decît între limitele admise, atunci cînd variază puterea. Variația turației în funcție de sarcină poate fi reprezentată și prin curba caracteristică. Dacă se va lua turația pentru mersul în gol egală cu 100%, atunci abaterile vor putea fi reprezentate imediat în procente. Cunoscînd caracteristica unui motor, se vor putea determina limitele de variație ale puterii între care abaterile turației nu depășesc limitele permise.

Caracteristica motoarelor depinde de tipul motorului. În fig. 31 s-au reprezentat caracteristicile diverselor motoare. Curba *1* caracterizează motorul serie cu colector. La mersul în gol (fără sarcină), turația este foarte mare și pe măsură ce sarcina crește, turația scade continuu după o hiperbolă.

Curba *2* prezintă proprietățile motorului șunt sau derivație. Aici turația depinde numai în limite mici de sarcină. Caracteristica motoarelor de inducție este reprezentată prin curba *3*.

În apropierea turației de mers în gol, variația sarcinii nu produce o variație prea mare a turației, în schimb după atingerea punctului corespunzător cuplului de răsturnare, turația scade chiar dacă scade sarcina. Turația

Scanned with OKEN Scanner

motoarelor sincrone este constantă pînă la o anumită limită a sarcinii; dacă sarcina creşte peste această valoare, motorul se opreşte, după cum se poate vedea din curba 4.

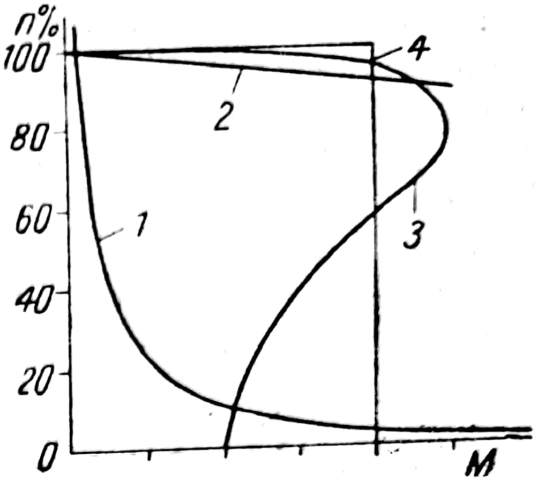

Fig. 31. Curba caracteristică cuplu-turaţie pentru diverse motoare:
1 — motor serie; *2* — motor derivaţie; *3* — motor de inducţie; *4* — motor sincron.

Studiind diferitele curbe caracteristice, se poate stabili că pentru scopurile noastre corespund motorul derivaţie cu colector, motorul cu inducţie bine dimensionat şi, în cea mai mare măsură, motorul sincron. Se va renunţa de la început la motoarele derivaţie din cauza scînteilor de la colector care produc multe neplăceri şi pot fi cu greu filtrate. Marele dezavantaj al motoarelor sincrone este că nu pornesc singure. Se vor putea însă reuni proprietăţile motoarelor cu inducţie asincrone cu ale celor sincrone în motoare de construcţie specială. Aceste motoare pornesc singure ca motoare asincrone, ating turaţia de sincronism şi îşi păstrează această turaţie între limite de sarcină destul de largi.

Avînd în vedere că astfel de motoare nu pot fi găsite deocamdată cu uşurinţă, iar transformarea motoarelor existente cere o experimentare îndelungată şi dificilă, nu ne vom ocupa mai pe larg cu aceste tipuri de motoare (motoare de reluctanţă şi hysterezis). Din aceleaşi motive nu acordăm atenţie nici motoarelor sincrone.

Cu atît mai multă atenţie trebuie să acordăm motoarelor asincrone cu inducţie. Turaţia de mers în gol a motoarelor asincrone depinde de numărul de poli şi de frecvenţă. Dacă p este numărul de poli şi f frecvenţa, turaţia este dată de relaţia

$$n = \frac{60\,f}{p}.$$

Scanned with OKEN Scanner

În conformitate cu această relaţie, la frecvenţa reţelei de 50 Hz şi o pereche de poli, rezultă că motorul va avea o turaţie de 3 000 rot/min pentru două perechi de poli 1 500 rot/min şi pentru trei perechi de poli 1 000 rot/min. Din cauza sarcinii, turaţia de mers în gol este întotdeauna mai mică decît turaţia teoretică sincronă. Diferenţa de turaţie faţă de turaţia sincronă, dată procentual, se numeşte alunecare. Alunecarea este cuprinsă în general între 4—5%, astfel că turaţia la mers în gol va fi de 2 850, 1 425, 950 rot/min şi aşa mai departe, în funcţie de numărul de perechi de poli ai motorului. Bineînţeles că prin încărcarea motorului, alunecarea se măreşte şi devine egală cu 100%, dacă motorul stă.

La motoarele bine dimensionate alunecarea variază în mică măsură, chiar dacă sarcina variază în limite largi.

Este cunoscut faptul că pentru funcţionarea motoarelor cu inducţie este necesară existenţa unui cîmp magnetic rotitor. În cazul motoarelor alimentate de la o reţea trifazică, sistemul de bobine decalate în spaţiu şi cuplate la cele trei faze asigură producerea cîmpului magnetic rotitor.

Instalaţiile de înregistrare a sunetului nu se construiesc însă pentru funcţionarea la o tensiune trifazică.

Există cîmp rotitor şi la motoarele cu inducţie monofazice, în schimb ele nu pot porni de la sine sau chiar de loc; cuplul de pornire este foarte mic şi nici sensul de rotaţie nu este univoc determinat, pentru că motorul poate fi pornit în ambele sensuri. De aceea, în cazul unei singure faze, trebuie ca printr-o comutare auxiliară să creăm un cîmp magnetic care faţă de cel iniţial să fie defazat înainte sau înapoi (să avanseze sau să întîrzie).

Defazarea se poate realiza prin mai multe mijloace. Cea mai simplă rezolvare este dacă jumătate din numărul polilor, sau chiar o parte mai mică, este înconjurată cu o spiră groasă din cupru în scurtcircuit. Curentul indus în spira de cupru produce într-o parte a polilor un cîmp magnetic întîrziat faţă de cel iniţial şi astfel apare cîmpul magnetic rotitor. Marele dezavantaj al acestor motoare — denumite şi motoare cu poli ecranaţi — este

Scanned with OKEN Scanner

cuplul de pornire destul de mic, precum şi faptul că sensul de rotaţie nu poate fi modificat.

Vom putea crea un cîmp rotitor mult mai eficace dacă vom introduce în motor o înfăşurare auxiliară separată, prin care va trece un curent defazat înainte sau înapoi faţă de curentul principal.

Defazarea se realizează prin legarea în serie cu înfăşurarea auxiliară a unei bobine sau a unui condensator. Sensul de rotaţie al motoarelor cu înfăşurare auxiliară poate fi modificat foarte simplu prin schimbarea polarităţii înfăşurării auxiliare.

În tabela 5 prezentăm datele cîtorva tipuri de motoare.

Tabela 5

Tipul motorului	IK 19 Construcţie cu poli ecranaţi	IK 20 Motor tip Dahlander cu rotor exterior	
		6 poli	12 poli
Puterea maximă la arbore [W]	1,4	8	4
Puterea absorbită [W]	12	50	
Turaţia de mers în gol minimă	1 400	950	460
Turaţia de lucru		920	425
Cuplul de pornire [gcm]	50	900	
Condensator de defazare	—	4,2 μF 200 V	
Tensiunea de lucru [V]	220/110	220	
Curentul de lucru absorbit	88 mA la 220 V	0,25 A	

Scanned with OKEN Scanner

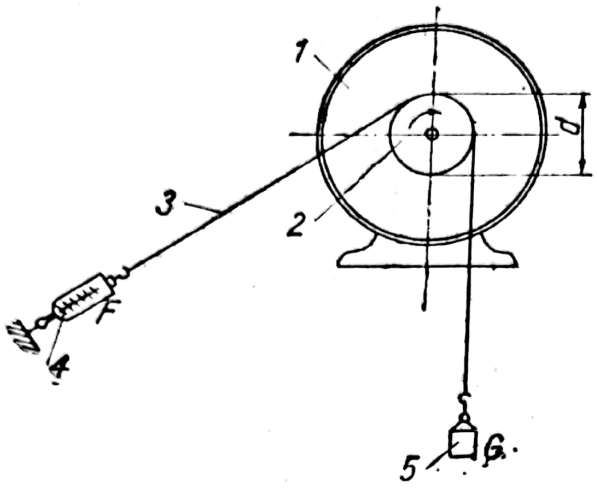

Fig. 32. Măsurarea cuplului, respectiv a puterii la arbore:
1 — motor; *2* — şaibă de frînare; *3* — curea; *4* — dinamometru; *5* — greutate.

Înainte de a termina partea care se ocupă cu motoarele, mai facem cunoscută o metodă cu ajutorul căreia se poate măsura cuplul motoarelor la diferite turaţii. Se va aşeza pe axul motorului o şaibă de diametru d (fig. 32). Peste şaibă se va trece o bandă de oţel căptuşită cu piele, plută sau ferodou. Unul din capetele benzii se va lega la un capăt al unui dinamometru avînd celălalt capăt fixat. De celălalt capăt al benzii se va lega o greutate G. Sensul de rotaţie al motorului trebuie să corespundă cu sensul indicat cu săgeată pe figură. Se va pune motorul sub tensiune. După pornire, greutatea G va coborî. Din valoarea F (kg) citită la dinamometru se va scădea valoarea greutăţii G. Aceasta este forţa cu care, datorită frecării, motorul trage frîna cu banda. Datorită faptului că această forţă acţionează la braţul $\frac{d}{2}$, se obţine cuplul înmulţind cele două valori.

Dacă dorim să determinăm puterea motorului va trebui s-o calculăm cu ajutorul formulei

$$P_{[W]} = \frac{(F - G)\, n \cdot d \cdot 3{,}14}{600\,000} = \frac{(P - G)\, nd}{192\,000},$$

în care:

F este mărimea forţei citită la dinamometru, în g;
G — mărimea greutăţii G, în g;
n — turaţia motorului la măsurare, în rot/min;
d — diametrul bucşei, în cm.

Turaţia motorului se măsoară cu un tahometru sau cu un disc stroboscopic. Ultima metodă este mai avantajoasă, fiindcă nu încarcă motorul.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru construirea discului stroboscopic se poate folosi foarte bine relaţia

$$k = \frac{120\,f}{n} = \frac{6\,000}{n},$$

în care:

f este frecvenţa reţelei (50 Hz);
k — numărul segmentelor albe sau negre de pe disc;
n — turaţia discului.

Tabela de mai jos a fost calculată pe baza acestei relaţii şi ne indică numărul segmentelor la diferite turaţii.

Tabela 6

n	3 000	1 500	1 000	750	500	375
k	2	4	6	8	12	16

Execuţia mecanismului

Cuplajul dintre motor şi axul principal. Execuţia motorului este hotărîtoare pentru a stabili dacă antrenarea benzii poate fi realizată cu axul motorului sau va fi necesar un ax de antrenare separat. Pentru antrenarea directă se pot folosi acele motoare care au turaţia destul de mică pentru ca diametrul axului să nu fie prea mic (să dispună de o suprafaţă corespunzătoare pentru transmiterea energiei necesare rotaţiei). Motoarele cu turaţie mică pot fi folosite numai prin intercalarea unui reductor de turaţie. Astfel, de exemplu, un motor cu o turaţie de 1 500 rot/min nu poate fi folosit pentru antrenarea directă cu o viteză de 19,05 cm/s, deoarece diametrul axului ar trebui să fie de 2,42 mm. La un ax aşa de subţire, toleranţa admisibilă pentru bătaia axului trebuie riguros respectată. Ea nu poate fi realizată cu mijloace de amatori şi chiar cu unelte serioase se obţine cu mare greutate (pentru o variaţie permisă a vitezei de 0,5%,

$b = 5\varphi \cdot d = 5 \cdot 2{,}42 \cdot 0{,}5 = 6\ \mu$ adică bătaia permisă a axului este de 6 μ). În același timp, rezistența mecanică a axului este deosebit de mică și la cel mai mic șoc, se îndoaie sau se rupe.

Se va obține un rezultat mai bun dacă se va folosi un ax de antrenare separat, acționat printr-o transmisie cu curea sau cu fricțiune. Să luăm un exemplu: dorim să antrenăm cu un motor de 1 500 rot/min un ax de 1 cm diametru, la o viteză a benzii de 19,05 cm/s folosind în acest scop o transmisie cu curea. Turația axului rezultă din formula dată în capitolele precedente

$$n_t = \frac{60 \cdot v}{d} = \frac{60 \cdot 19{,}05}{3{,}14} = 364 \text{ rot/min.}$$

Factorul de transmisie $\frac{n_m}{n_t} = \frac{1\,500}{364} = 4{,}12$. Diametrele celor două șaibe sînt învers proporționale cu turațiile

$$\frac{d_t}{d_m} = 4{,}12.$$

Să presupunem că pe axul motorului am fixat o șaibă de 30 mm diametru. Atunci

$$d_t = 30 \cdot 4{,}12 = 123{,}6 \approx 124 \text{ mm.}$$

Să vedem care este bătaia admisibilă în acest caz la un ax de antrenare cu diametrul de 1 cm.

Pe baza formulei, $b = 5 \cdot 10 \cdot 0{,}5 = 25 = 0{,}025$ mm, care se poate realiza cu mult mai multă ușurință.

Bineînțeles că va trebui să avem grijă ca prelucrarea șaibelor pentru curele să fie realizată cu o precizie de același ordin de mărime. Șaiba cu diametru mare care se va monta pe axul de antrenare va fi confecționată din oțel sau cupru; în felul acesta axul de antrenare va fi prevăzut cu un volant cu masă mare. Acest volant va uniformiza oscilațiile de viteză ale motorului și ale transmisiei cu curea care apar în timpul unei rotații. Volantul însă este util numai dacă este bine echilibrat; în caz contrar poate crea neplăceri mari.

Scanned with OKEN Scanner

Echilibrarea ar trebui să se facă dinamic, lucru pe care însă nu-l putem realiza cu mijloace de amatori. Ne vom mulţumi cu o echilibrare statică, ceea ce înseamnă că axul cu volant va trebui să stea în echilibru în orice poziţie.

În timpul echilibrării, vom însemna un punct al şaibei, observînd la oprire care este partea care rămîne mereu dedesubt. În apropierea punctului cel mai de jos al şaibei vom da mai multe găuri pentru a micşora masa, pînă cînd obţinem echilibrul. Trebuie să vorbim aici despre curelele de transmisie, respectiv despre benzile de cauciuc sau nylon. În astfel de scopuri vom putea folosi numai benzi elastice fără sfîrşit lipsite de legături sau îmbinări şi noduri interioare. Materialul cel mai indicat este nylon-ul, dar în lipsa lui ne mulţumim şi cu cauciuc.

Dacă nu putem procura cureaua fără sfîrşit cu dimensiunile necesare, vom încerca acasă vulcanizarea curelei din material plastic.

Se va putea realiza cuplajul dintre motor şi axul de antrenare prin utilizarea unei transmisii cu fricţiune. În astfel de cazuri nu este necesară confecţionarea unei şaibe separate pentru curea. Roata de fricţiune montată pe axul de antrenare este antrenată direct de axul motorului. Calculul transmisiei se face analog cu cel dat în exemplul precedent. Suprafaţa exterioară a roţii cu fricţiune va fi îmbrăcată cu un material aderent, de exemplu cauciuc, care să fie totuşi atît de rigid încît la locul de contact cu axul motor să nu apară o deformaţie importantă.

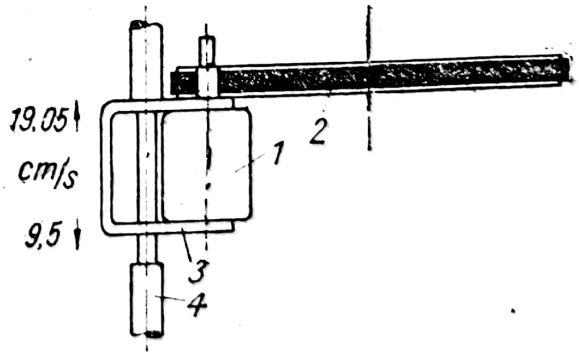

Fig. 33. Transmisie cu fricţiune cu două trepte:

1 — motor; *2* — roată cu fricţiune îmbrăcată cu material aderent; *3* — furcă glisantă care susţine motorul; *4* — vergeaua de ghidare a furcii.

Transmisia cu roată cu fricţiune simplifică foarte mult schimbarea vitezei, pentru că în acest caz se poate utiliza aşa-numita şaibă cu două trepte. Vom folosi pe axul mo-

Scanned with OKEN Scanner

torului o şaibă de antrenare compusă, care are două sau mai multe suprafeţe cilindrice cu diametre diferite. După cum roata cu fricţiune este antrenată de suprafaţa cilindrică cu diametru mai mare sau mai mic, va creşte sau va scădea turaţia şaibei cu fricţiune.

Cuplajul dintre motor, ruloul colector şi ruloul debitor, frînarea. În această parte a instalaţiilor de înregistrare magnetică vom întîlni soluţiile cele mai variate. Amatorului i se deschid aici cele mai largi posibilităţi ca să-şi folosească ingeniozitatea şi îndemînarea constructivă. Din cauza volumului limitat al cărţii, nu vom încerca să prezentăm toate soluţiile posibile. Vom alege doar două exemple bazate pe două principii de realizare diferite. Elementele folosite pot fi întîlnite într-o formă mai mult sau mai puţin asemănătoare, aproape în fiecare instalaţie.

În prima soluţie problema este rezolvată mai ales pe cale electrică, cu părţi mecanice puţine; în cea de a doua, cei care se descurcă mai bine în mecanică vor găsi rezolvarea care le convine. Înainte de a prezenta cele două soluţii, să vedem care sînt problemele de rezolvat şi care este principiul comun folosit.

Problema care se pune este următoarea: să antrenăm ruloul colector cu ajutorul motorului atît la înregistrare cît şi la redare, în aşa fel încît turaţia să scadă o dată cu creşterea diametrului bobinei, iar cuplul transmis să crească; în schimb la derularea rapidă, turaţia să rămînă pe cît posibil constantă în tot timpul operaţiei. La înregistrare şi redare şi la derularea rapidă, trebuie să frînăm ruloul debitor. De asemenea, trebuie ca în timpul rebobinării benzii să antrenăm ruloul debitor cu o turaţie pe cît posibil constantă şi în acelaşi timp, să frînăm uşor ruloul colector.

Trebuie de asemenea să ne îngrijim de mişcarea rolei de cauciuc, precum şi de frînarea motorului la oprire. Este evident că problema poate fi rezolvată numai prin utilizarea cuplelor cu fricţiune între axe. Dintre acestea, una dintre cuple, care asigură cuplajul între ruloul colector şi motor, trebuie să realizeze cînd un cuplaj rigid, cînd un cuplaj alunecător.

Scanned with OKEN Scanner

După cum am mai amintit, turaţia ruloului colector nu poate fi constantă în timpul înregistrării şi redării, motivul fiind uşor de înţeles. Banda se deplasează cu viteză constantă şi se înfăşoară pe un rulou al cărui diametru creşte mereu. Viteza benzii este constantă, în schimb viteza periferică a bobinei poate fi numai atunci constantă, dacă turaţia ei scade mereu cu creşterea diametrului.

În acelaşi timp, cuplul necesar trebuie să crească de asemenea şi anume proporţional cu creşterea diametrului. Şi acest lucru poate fi înţeles uşor. Ne vom strădui să păstrăm constantă valoarea tensiunii benzii. Această forţă acţionează la un braţ mereu crescînd cu creşterea razei bobinei pe rulou. Rezultă deci că trebuie să crească şi produsul dintre forţă şi braţul ei — adică tocmai cuplul necesar. Din cele expuse rezultă că ruloul colector nu poate fi cuplat rigid cu motorul care are o turaţie constantă.

Rezolvarea cea mai simplă şi cea mai sigură poate fi obţinută pe calea descrisă mai jos.

Şaiba care ţine ruloul colector nu este fixată de ax, ci se poate roti liberă. Pe ax, puţin mai jos, este aşezată o altă şaibă prevăzută cu un inel de pîslă. Pe acest inel de pîslă este aşezată şaiba care susţine ruloul colector. Cuplajul dintre ax şi această şaibă este asigurat de aderenţa care apare pe inelul de pîslă. Acest cuplaj este astfel realizat, încît ruloul colector se roteşte întotdeauna cu turaţia corespunzătoare vitezei benzii şi diametrului momentan al bobinei. Turaţia axului trebuie să fie mereu mai mare ca turaţia ruloului, pentru ca şi la turaţia cea mai mare a bucşei, întinderea să fie încă suficientă. (De exemplu turaţia cea mai mare a unui rulou cu diametrul miezului de 5 cm, la o turaţie de 19,05 cm/s este de 240 rot/min. Turaţia axului este de 350 rot/min).

În acest mod, se poate asigura turaţia invers proporţională cu diametrul bobinei. Cuplajul realizat în acest fel asigură şi creşterea cuplului. Forţa de aderenţă care produce cuplajul depinde (în primul rînd) de presiunea care se exercită pe suprafeţele de aderenţă. Această presiune creşte cu diametrul, deoarece greutatea bobinei de-

Scanned with OKEN Scanner

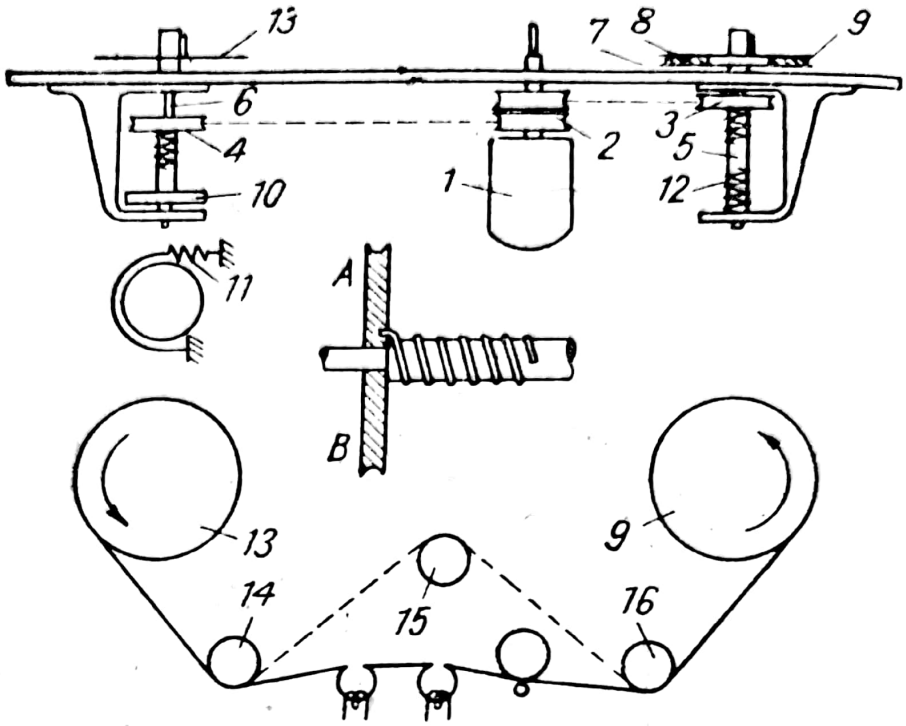

Fig. 34. Mecanism cu comandă electrică.

vine mereu mai mare. În practică, acest cuplaj dă rezultate bune.

Să trecem acum la prezentarea primei soluţii amintite mai înainte (fig. 34). Motorul asincron cu înfăşurare auxiliară antrenează direct banda. Turaţia motorului *1* este de 960 rot/min, astfel că diametrul axului $d = 3{,}42$ mm. Şaiba cu două role *2*, aşezată pe axul motor, antrenează cu cîte o curea fără sfîrşit şaibele *3* şi *4* aşezate sub ruloul colector şi cel debitor. Aceste şaibe nu sînt rigidizate cu axul, ci se fixează pe acesta cu un resort spiral (ca în detaliul din figură). Resortul înconjoară strîns axul. Dacă sensul de rotaţie al şaibei este astfel încît punctul *A* pătrunde în planul desenului, iar punctul *B* iese din acest plan, atunci resortul care se freacă puţin cu axul se întinde şi se strînge pe ax. În acest fel, se creează un cuplaj rigid între şaibă şi ax.

Dacă sensul de rotaţie al şaibei se schimbă, spirele resortului îşi modifică poziţia şi acesta se destinde, cuplajul cu axul se desface, iar şaiba poate să se rotească liberă, fără ca prin aceasta să antreneze cu sine axul. În cazul de faţă, cupla de la ruloul colector este în aşa fel

reglată, încît la sensul de rotaţie desenat pe figură cu linie plină — sens care corespunde operaţiilor de înregistrare, redare şi derulare — ea asigură cuplajul, iar în sensul contrar, îl desface.

În cazul cuplajului, şaiba antrenează cu sine axul *5* pe a cărui şaibă superioară *7* fixată pe ax, se găseşte amplasat inelul din pîslă *8*. Pe acesta se sprijină şaiba liberă *9* pe care se aşază ruloul.

Pe baza principiului amintit mai sus, aderenţa care ia naştere între cele două şaibe va antrena-o întotdeauna pe cea de sus cu turaţia corespunzătoare. Cupla de la ruloul debitor funcţionează tocmai invers şi, la acest sens de rotaţie, desface cuplajul. În acelaşi timp, frîna cu bandă *11* se strînge în jurul şaibei *10* şi frînează ruloul debitor.

La rebobinare se va schimba sensul de rotaţie al motorului prin inversarea polarităţii înfăşurării auxiliare.

În momentul în care se schimbă sensul de rotaţie, se desface cupla şaibei *3*, în timp ce se cuplează cupla şaibei *4*. În acest fel şaiba *4* antrenează cu sine şaiba *13* fixată de ax, care susţine ruloul debitor *13*; în acelaşi timp se slăbeşte frîna de bandă *10*, producînd doar o frînare minimă. Din cauza aderenţei, şaiba de pe axul *5* tinde să mişte ruloul montat pe ea, însă cupla *12* fixată de şasiu se închide şi împiedică rotirea axului. Astfel şaiba *9* alunecă pe cea fixă *7*, sau mai bine zis pe inelul de pîslă şi produce efectul de frînare în timpul rebobinării.

La oprire, motorul este imediat frînat de frîna cu electromagnet. Frînarea poate fi realizată şi prin aplicarea unei tensiuni continue timp de cîteva secunde la bornele motorului. Cîmpul magnetic care se produce frînează rotorul motorului. După oprirea motorului, tensiunea continuă este decuplată de pe motor printr-un releu cu întîrziere, pentru a împiedica încălzirea lui.

Antrenarea rolei de cauciuc se face tot cu un electromagnet. Astfel comutatorul nu trebuie să realizeze nici o comandă mecanică, ci trebuie doar să închidă circuitele corespunzătoare. La această instalaţie nu avem o poziţie separată pentru derulare, totuşi, îndepărtînd banda din faţa capetelor şi conducînd-o prin faţa rolelor de ghi-

Scanned with OKEN Scanner

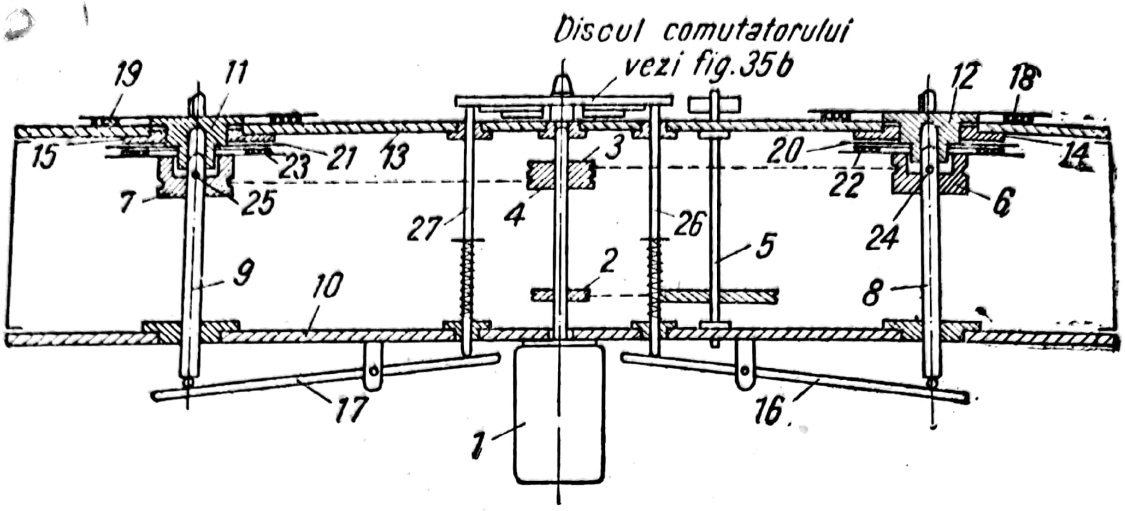

Fig. 35*a*. Mecanism cu comandă mecanică.

dare (*14*, *15*, *16*), se poate realiza derularea pe poziţia de redare.

Să studiem acum cealaltă soluţie (fig. 35 a).

Pe axul motorului *1* se găsesc şaibele *2*, *3* şi *4*. Prin şaiba de curea *2* antrenăm axul principal *5*, iar prin şaibele *3* şi *4* antrenăm pe cele cu numerele *6* şi *7* de la ruloul colector şi cel debitor. Aceste şaibe sînt solidare cu axele *8* şi *9*. Axele sînt prinse la partea inferioară în rulmenţi fixaţi în placa de montaj *10*, iar la partea superioară în şaibele *11* şi *12* care susţin ruloul colector şi debitor. Cele două şaibe *11* şi *12* sînt fixate în lagărele *14* şi *15* montate în placa de montaj superioară. Axele se sprijină pe cîte o bilă aşezate pe braţele de pîrghie *16* şi *17*. Prin aceste pîrghii axele *8* şi *9* pot fi adu-

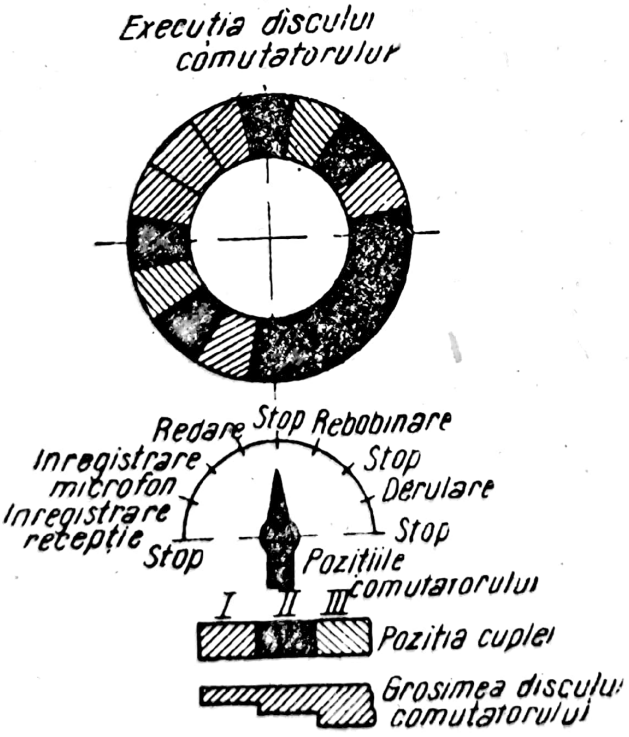

Fig. 35*b*. Comutator mecanic de comandă.

se în trei poziţii. Cînd pîrghia coboară axul în poziţia cea mai de jos (poziţia *1*), atunci ruloul colector sau cel debitor se aşază pe inelele de pîslă *18* şi *19* fixate de placa de montaj şi ele nu au nici o legătură cu axele în rotaţie.

Tabela 7

Denumirea axei	Inregistrare : Redare :	Repede înainte:	Repede înapoi:	Stop :
8	II	III	I	II
9	I	I	III	II

Dacă vom împinge cu ajutorul pîrghiei axul ceva mai sus (poziţia *2*), şaibele *20* şi *21* montate coaxial cu şaibele *11* şi *12* sînt ridicate de inelele de pîslă fixate pe şaibele *6* şi *7* atît de sus, încît se întrerupe contactul cu inelele *18* şi *19*. Acum şaibele nu mai sînt frînate, ci sînt cuplate cu axele. La o nouă ridicare a axelor (poziţia *3*), ştifturile *24* şi *25* fixate pe axe intră în deschiderile de deasupra lor şi creează astfel un cuplaj rigid între şaibă şi ax.

Pe baza celor de mai sus, axele *8* şi *9* trebuie să ocupe poziţiile din tabela alăturată pentru diferitele situaţii de funcţionare:

Pîrghiile sînt comandate de braţele *26* şi *27*. Aceste braţe sînt arcuite în aşa fel, încît stau mereu în poziţia *I*. Apăsarea braţelor se face printr-un disc construit în mod corespunzător, care face parte din comutatorul rotativ fixat deasupra lor. Poziţiile comutatorului şi execuţia plăcilor inferioare ale discului se pot vedea în fig. 35 b. Discul este realizat cu grosimi diferite şi deci apasă braţele în aşa măsură, încît cuplele să ocupe poziţia potrivită pentru fiecare operaţie. Cu acelaşi comutator se va putea executa mişcarea rolei de cauciuc şi comanda funcţionării frînei.

Dintre cele două role aşezate sub placa de montaj, cea de sus asigură mişcarea rolei de cauciuc. Rola de cauciuc *1* este presată de resortul *2* pe axul de antrenare *3* (fig. 36). La braţul rolei de cauciuc *4* se leagă cablul Bowden subţire *5*. Capătul celălalt al cablului este fixat de pîr-

Scanned with OKEN Scanner

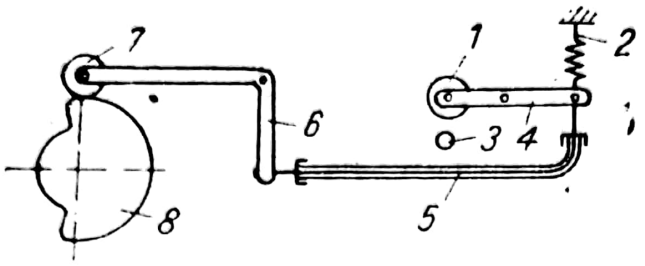

Fig. 36. Cinematica mecanismului rolei presoare:

1 — rolă presoare; *2* — resort; *3* — ax de antrenare; *4* — braţul rolei presoare; *5* — cablu Bowden; *6* — pîrghie; *7* — rolă de conducere; *8* — şaibă de comandă a comutatorului.

ghia *6* avînd la capătul ei rola 7. Prin rotirea şaibei *8*, sub efectul forţei resortului, rola 7 îşi schimbă poziţia şi resortul presează rola de cauciuc de ax. Tot o şaibă de comandă asemănătoare asigură şi funcţionarea frînei motorului (fig. 37).

Pe axul comutatorului vom fixa discul tip Jaxley, care execută conectările necesare ale circuitelor.

Desigur că putem comanda un magnetofon şi cu butoane, totuşi o astfel de soluţie poate fi realizată mult mai greu cu mijloace de amatori.

Piese fixe şi mobile pentru ghidarea benzii, piese şi role de presare a benzii, magneţi de acţionare, comutatoare. Din mai multe motive este necesar să se asigure o ghidare bună a benzii între ruloul debitor şi colector. Astfel de piese de ghidare trebuie neapărat amplasate în punctele de schimbare a direcţiei precum şi în locurile unde trebuie să se asigure riguros poziţia benzii în plan vertical. În punctele de schimbare a direcţiei, dirijarea benzii se realizează cu role de ghidare învîrtitoare, în timp ce ghidarea benzii în plan vertical se face cu role de ghidare fixe.

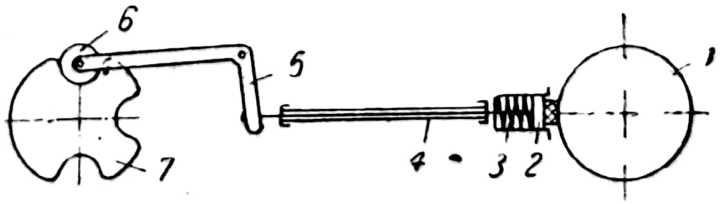

Fig. 37. Funcţionarea mecanismului frînei:

1 — rotorul motorului sau volantul; *2* — frînă căptuşită cu ferodou; *3* — resort; *4* — cablu Bowden; *5* — pîrghie; *6* — rolă de conducere; *7* — şaiba de comandă a comutatorului.

Scanned with OKEN Scanner

Trebuie să avem grijă ca rolele de ghidare să fie perfect centrate. Astfel de exemplu rola aşezată între ruloul debitor şi cap este foarte sensibilă; bătaia ei influenţează şi banda situată înaintea capului, în timp ce bătaia rolei următoare influenţează mult mai puţin porţiunea benzii situată înaintea capului. Într-adevăr, efectul ei se transmite prin bandă, care este însă presată între rolă şi axul de antrenare. Tocmai de aceea, dacă nu putem construi o rolă bună, este mai bine ca după ruloul debitor să folosim o piesă de ghidare, cu toate că — după cum vom vedea mai tîrziu — şi această soluţie are dezavantaje.

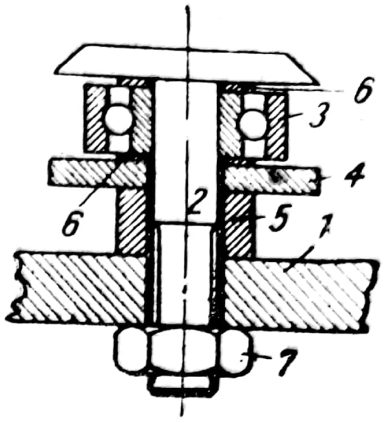

Fig. 38. Rolă de conducere:

1 — placă de montaj (şasiu); *2* — bulon cu placă de închidere superioară; *3* — rulment cu bile; *4* — placa de închidere inferioară; *5* — inel intermediar; *6* — placă intermediară; *7* — piuliţă.

În fig. 38 este reprezentată o rolă de ghidare deosebit de simplă. Partea esenţială o constituie un rulment cu bile de foarte bună calitate al cărui inel exterior constituie suprafaţa de rulare a rolei. Lăţimea rulmentului trebuie să fie de cca 6 mm. Dezavantajul unei astfel de role este că cele două plăci de fixare a rulmentului sînt fixe şi că, mai devreme sau mai tîrziu, din cauza frecării banda va săpa în ele şanţuri. Această rolă are în schimb avantajul că este deosebit de simplă şi are o mişcare lină (presupunînd un rulment bun). Dacă vrem să construim un alt tip de rolă, vom putea folosi fie un rulment cu bile, fie un lagăr alunecător. Lagărul funcţionează liniştit, însă trebuie să fie uns mult mai des decît un rulment cu bile; acesta din urmă are însă o funcţionare mai zgomotoasă.

Ghidarea verticală a benzii în faţa capului este foarte importantă şi presupune o precizie deosebit de mare. Este ştiut că în timpul deplasării banda execută şi o mişcare în plan vertical.

Această alunecare în direcţia verticală nu are mereu acelaşi sens în fiecare punct al benzii. Se poate întîmpla

Scanned with OKEN Scanner

ca porţiunea benzii din faţa capetelor să alunece în sus, în timp ce porţiunea următoare alunecă în jos. Ca urmare a acestei situaţii, banda va ocupa o poziţie oblică faţă de întrefierul capului; efectul este acelaşi ca şi cînd întrefierul ar fi oblic. În capitolele precedente s-a studiat efectul de atenuare a frecvenţelor înalte care apare datorită poziţiei oblice a întrefierului. În cele ce urmează vrem doar să dovedim importanţa ghidării benzii. La un magnetofon cu două trasee, cu o viteză de 19,05 cm/s, distanţa dintre cele două ghidaje situate lîngă cap este de 50 mm. Dacă banda se deplasează în sus sau în jos pe ghidajul din dreapta cu 0,037 mm (faţa de poziţia ocupată pe ghidajul celălalt) nu mai este posibilă redarea sunetului de 10 000 Hz înregistrat pe bandă. Această dispariţie a sunetelor înalte este neplăcută, mai ales atunci cînd banda alunecă periodic în sus şi în jos şi astfel variază periodic şi timbrul, devenind cînd mai înalt, cînd mai profund. Tocmai din acest motiv trebuie să construim ghidajele fixe ale benzii numai cu ceva mai late decît banda, pentru a împiedica în acest fel deplasarea benzii în plan vertical.

Este avantajos ca rolele de ghidare, ghidajele şi toate piesele în legătură cu banda să nu fie construite din oţel. Oţelul se poate magnetiza, şi poate magnetiza la rîndul său banda, avînd ca urmare creşterea simţitoare a zgomotului. Materialul cel mai indicat pentru aceste piese este cuprul sau bronzul, care se îmbracă cu un strat rezistent la uzură (de exemplu crom).

S-a mai amintit că la magnetofoanele cu viteză mică unde întinderea benzii este mică, se presează banda pe cap pentru a realiza în acest fel un contact bun între ele. În acest scop se poate folosi un presor de pîslă, a cărui presiune poate fi reglată cu un resort. Presorul sau rola presoare pot fi mişcate împreună cu rola de cauciuc şi, în acest fel, capetele nu se uzează în timpul derulării, deoarece banda nu trece prin faţa lor (fig. 39).

După cum s-a văzut, putem asigura mişcarea rolei de cauciuc fie pe cale mecanică, fie cu ajutorul unui electromagnet. În fig. 40 se dau două exemple de realizare a unor astfel de magneţi de acţionare. Avînd în vedere că

Scanned with OKEN Scanner

aceşti magneţi se amplasează de obicei în apropierea capului, se recomandă alimentarea lor în curent continuu pentru a elimina efectul dăunător al cîmpului de dispersie.

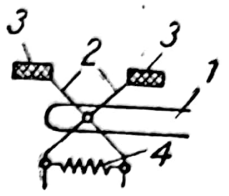

Fig. 39. Presor: *1* — braţ de susţinere; *2* — braţe de presare; *3* — căptuşeală de pîslă; *4* — resort.

Execuţia comutatoarelor depinde de faptul dacă ele trebuie să execute numai contacte electrice, sau trebuie să rezolve şi probleme mecanice. Oricare ar fi însă tipul de comutator folosit, la realizarea lui va trebui să ţinem cont de cîteva principii de bază. Primul dintre acestea este ordinea comutărilor. Din poziţia de rebobinare nu se poate trece imediat pe poziţia de înregistrare sau redare, pentru că această manevră va produce neapărat ruperea benzii. Putem trece însă imediat de la înregistrare sau redare, la rebobinare. În cazul unui comutator rotativ cu discuri, rezolvarea este foarte simplă pentru că pe o parte a poziţiei „stop" se găsesc poziţiile de înregistrare şi redare, iar pe partea cealaltă, poziţia de rebobinare.

În cazul unui comutator cu butoane însă, va trebui să creăm un sistem de blocaj. De asemenea este indicat ca în acest caz să asigurăm un contact de blocaj care să fie acţionat înainte de a putea trece pe poziţia de înregistrare, pentru ca astfel să împiedicăm ştergerea din greşală a înregistrărilor existente.

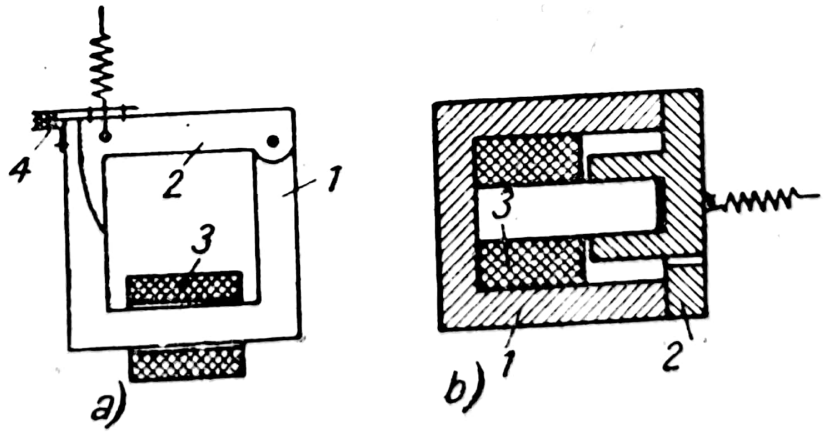

Fig. 40. Magneţi de acţionare:

a) 1 — miez de fier; *2* — armătură; *3* — bobină de excitaţie; *4* — suprafeţe de amortizare căptuşite cu pîslă.
b) 1 — miez de fier în formă de oală; *2* — armătură; *3* — bobină de excitaţie.

Scanned with OKEN Scanner

Capitolul III

1. PROIECTAREA

În capitolele precedente am făcut cunoştinţă cu principiile de bază ale înregistrării magnetice a sunetului şi cu elementele din care se construieşte o astfel de instalaţie.

Cunoscînd aceste date, va trebui acum să ne stabilim ce fel de magnetofon ne vom construi. Din păcate este foarte greu să răspundem univoc la această întrebare.

De obicei amatorii vor să folosească şi piesele pe care le au; unora dintre ei le vine mai greu să execute piesele mecanice, altora în schimb partea aceasta le face plăcere mai mare. Deci nu se poate da o reţetă universal valabilă. Tocmai de aceea ne-am străduit încă din capitolele precedente ca, prin expunerea posibilităţilor şi a necesităţilor, să arătăm mai multe căi de urmat, dintre care fiecare să-şi aleagă aceea care i se pare cea mai corespunzătoare.

Cu toate acestea, în cele de mai jos vom prezenta totuşi metoda de proiectare a unui tip de magnetofon care, pe baza posibilităţilor de procurare a pieselor, poate fi considerată ca cea mai convenabilă.

În primul rînd ne vom fixa condiţiile. Magnetofonul va lucra cu o viteză de 19,05 cm/s utilizînd două trasee. Curba de frecvenţă transmisă va fi liniară între 60—8 000 Hz, cu o abatere de $\pm$ 4 dB. Raportul semnal/zgomot va fi sub 40 dB, iar coeficientul de distorsiuni nu va depăşi 5%. Vom permite o variaţie a vitezei de 1%.

Punctul de plecare este banda. Magnetofonul îl vom proiecta pentru banda OZAFON 11. Banda Ozafon este corespunzătoare atît din punct de vedere al caracteristicii de frecvenţă, al raportului semnal/zgomot, cît şi al coeficientului de distorsiuni şi poate asigura condiţiile de

Scanned with OKEN Scanner

calitate. Totuşi între diferitele rulouri sînt mari diferenţe de calitate, iar după o păstrare mai îndelungată, stratul magnetic se desprinde de pe suportul de celofan. Sperăm însă că aceste defecţiuni vor fi eliminate prin îmbunătăţirea procesului de producţie.

După alegerea benzii trebuie să stabilim ce fel de capete vom folosi. În partea privitoare la capete am justificat punctul nostru de vedere ca amatorul începător în acest domeniu să nu încerce construirea capetelor. Plecînd de la acest principiu, vom folosi capul-combinat ML care se poate procura în RPU. Inductanţa capului de ştergere ML este de cca 6 mH, iar cea a capului de înregistrare-redare, 300 mH. Curentul de ştergere necesar pentru o bandă Agfa C este de 40 mA, iar pentru o bandă Ozafon este ceva mai mare — cca 50 mA. Curentul de polarizare pentru banda Agfa C este de 1,1 mA, iar pentru banda Ozafon 1,7 mA; curentul de audiofrecvenţă 0,1 mA. Lăţimea întrefierului capului de înregistrare-redare este de 10 μ.

Banda şi capul stabilesc de acum caracteristica de frecvenţă a amplificatoarelor şi puterile necesare. La amplificatoarele de redare, ne vom strădui să respectăm datele prescrise în normele internaţionale. Curba de frecvenţă dată prin impedanţa circuitului serie *RC*, cu constantă de timp de 100 μs, cere o ridicare a frecvenţelor joase cu 24 dB. Faţă de întrefierul fizic de 10 μ pe care-l are capul, vom putea lua întrefierul efectiv de două ori mai mare, adică 20 μ. În tabela 1 vom citi valoarea atenuării nivelului produse de efectul de întrefier. Din aceeaşi tabelă rezultă că la 7 500 Hz atenuarea este de 12,3 dB. Celelalte pierderi ale capului nu pot fi stabilite cu precizie dinainte; de aceea vom realiza un sistem reglabil de ridicare a frecvenţelor înalte avînd valoarea maximă de 20 dB.

Pierderea prin autodemagnetizarea benzii Ozafon 11 este de cca 16 dB, la 8 000 Hz. Pierderea aceasta va fi compensată prin corecţia reglabilă a frecvenţelor înalte utilizate în amplificatorul de înregistrare, a cărei valoare maximă este de asemenea 20 dB. De altfel vom păstra constantă valoarea curentului de audiofrecvenţă care

Scanned with OKEN Scanner

trece prin capul de înregistrare. Tensiunea care se obține de la capul de redare este maximum 1 mV, iar cea necesară la ieșirea din amplificatorul final este de cca 2 V. Ne trebuie deci o amplificare de 66 dB în amplificatorul de redare. Vom adăuga la această valoare cei 24 dB necesari pentru corecția de frecvență, avînd în vedere că această corecție se face în dauna amplificării. În amplificatorul de redare amplificarea necesară ajunge în aceste condiții la 90 dB. Această valoare poate fi obținută cu 2 pentode, sau o pentodă și două triode. Același amplificator cu 2 sau 3 etaje va da la înregistrare o amplificare suficientă pentru ca la intrare să cuplăm un transformator și să folosim un microfon dinamic. Puterea necesară la intrarea în cap este atît de mică, încît ultimul etaj al amplificatorului de înregistrare poate fi triodă sau pentodă amplificatoare de tensiune. La redare nu vom folosi un amplificator de putere separat. Instalația va funcționa cuplînd-o la bornele de picup ale unui receptor.

Curentul de înaltă frecvență necesar pentru ștergere este produs de o pentodă finală. Pentru indicatorul de nivel se va folosi un ochi magic. Schema amplificatoarelor este dată în fig. 27.

Punctul de plecare al mecanismului este motorul. Pentru scopurile noastre corespunde cel mai bine motorul tip IK 20 (produs de fabrica Villamos Kismotorgyár). Motorul a fost executat pentru antrenare directă cu ax și îl vom folosi deci ca atare.

Pentru execuția mecanismului vom alege soluția cu comandă electrică (fig. 34).

2. CONSTRUCȚIA ȘI PUNEREA ÎN FUNCȚIUNE

Este indicat ca la construcția magnetofonului să începem cu mecanismul. Acesta ridică de obicei cele mai multe probleme în fața amatorului și este bine să rezolvăm în primul rînd partea cea mai grea.

Suprafețele delicate ale pieselor în rotație vor fi prelucrate numai după ce au fost fixate pe ax. Piesele care nu pot fi prelucrate pe ax vor fi strunjite după ce au fost fixate pe un butuc, fără însă a demonta butucul din

Scanned with OKEN Scanner

mașină. Suprafața rolei de cauciuc va fi întîi strunjită și după aceea polisată. După montare, vom verifica bătaia pieselor rotitoare.

Vom controla dacă piesele de ghidare ale benzii și capul se găsesc la aceeași înălțime și ne vom convinge că legăturile electrice sînt corect executate. După ce aparatul a fost pus sub tensiune, vom încerca toate posibilitățile de comutări și vom observa dacă magnetofonul funcționează în condiție corespunzătoare. Reglarea comutatoarelor mecanice, a cuplelor cu fricțiune etc. se poate realiza cel mai bine în timpul funcționării. Viteza de deplasare a benzii se controlează cu metoda stroboscopică. Vom verifica dacă banda nu are tendința de a aluneca dintre axul motorului și rola presoare de cauciuc. Dacă există acest pericol, vom asigura paralelismul celor dcuă axe.

Avînd la dispoziție o instalație mecanică care funcționează în bune condițiuni, ne va fi ușor acum să facem experiențe cu amplificatorul. Vom conecta amplificatorul pe poziția redare și ne vom convinge în primul rînd dacă primește tensiune de atac de la cap. Ne vom da seama de acest lucru dacă vom atinge ușor capul cu o bucată de oțel — pe cît posibil nemagnetizată; trebuie să auzim în difuzor o pocnitură.

Dacă amplificatorul funcționează, este foarte probabil ca la început să auzim un brum puternic. În astfel de situații trebuie să ne convingem dacă zgomotul este colectat de cap sau provine din amplificator.

Dacă brumul este colectat de cap, el poate fi micșorat prin ecranarea corectă a capului, apoi prin inversarea conexiunilor capului, motorului, transformatorului de rețea, a bobinei de compensare a brumului. Vom încerca atît inversarea polarității conexiunilor dintre aceste elemente, cît și inversarea polarității rețelei. Eventual vom roti transformatoarele și motorul, sau vom întrebuința o ecranare suplimentară. Dacă amplificatorul are un zgomot puternic și cu capul scurtcircuitat, înseamnă că acesta este produs fie de ecranarea insuficientă a conexiunilor, fie de o punere la pămînt incorectă (buclă).

Scanned with OKEN Scanner

Un alt pericol îl constituie oscilaţiile parazite (acroşajul). În astfel de cazuri trebuie să verificăm dacă amplificatorul acroşează şi fără reacţie.

Dacă aceasta este cauza, de obicei este eficace fie să rearanjăm piesele, fie să mărim distanţa dintre elementele circuitului de intrare şi cele din circuitul de ieşire.

Dacă acroşajul apare numai o dată cu introducerea circuitului de reacţie, probabil că reacţia este prea profundă şi trebuie micşorată. Acroşajul poate să fie produs şi de dispersia transformatorului de ieşire al amplificatorului, dispersie care se face simţită în capul magnetic.

Amplificatorul de redare va fi verificat şi cu generatorul de ton. Legătura dintre amplificator şi generatorul de ton va trebui în aşa fel realizată, încît intrarea în amplificator să fie închisă prin capul magnetic. Pentru aceasta, trebuie ca la ieşirea din generator să cuplăm un divizor de tensiune astfel ca pe 2—5 Ω să obţinem o tensiune tot atît de mare ca cea dată de cap (fig. 41). Una din bornele capului se leagă la punctul cald al rezistenţei, iar cealaltă la intrarea în amplificator (punctul cald). Pentru măsurarea curbei de răspuns a amplificatorului vom reduce nivelul de intrare cu 20 dB. Tensiunea de la ieşire trebuie să varieze în funcţie de frecvenţă conform curbei caracteristice prezentată în fig. 22. Deoarece rezultatul măsurării poate fi eronat datorită brumului, va trebui să ecranăm cu grijă atît conexiunile cît şi capul magnetic.

Şi acum ar trebui să urmeze pasul pe care deocamdată nu avem posibilitatea să-l facem. Ar trebui să verificăm la ieşirea din amplificator, cu ajutorul unei benzi etalon, caracteristica de frecvenţă rezultantă a capului şi a amplificatorului, precum şi mărimea factorului de amplificare. Din pă-

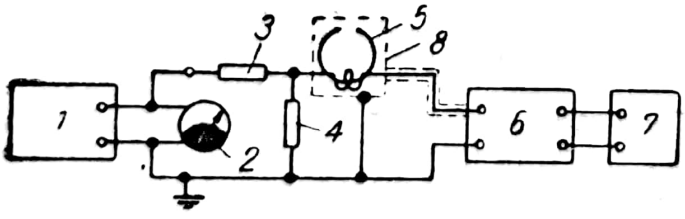

Fig. 41. Măsurarea amplificatorului de redare cu generatorul:

1 — generator de ton; *2* — aparat de măsurat tensiunea de intrare; *3—4* — rezistenţe divizoare de tensiune; *5* — cap de redare; *6* — amplificator de redare; *7* — voltmetru electronic; *8* — ecran.

Scanned with OKEN Scanner

cate, deocamdată în RPU astfel de benzi nu se găsesc și astfel va trebui să ne mulțumim să stabilim în general calitățile amplificatorului prin redarea unei benzi luate cu împrumut.

În timpul redării vom roti capul la stînga și la dreapta astfel ca să reglăm după ureche poziția întrefierului față de bandă, pentru a obține un nivel maxim la sunete înalte.

Urmează trecerea amplificatorului pe poziția înregistrare și, după scurtcircuitarea intrării, vom măsura curentul de înaltă frecvență care curge prin capul de înregistrare. Acest curent va fi măsurat la bornele unei rezistențe de cca 100 Ω legată în serie cu capul de înregistrare (fig. 42).

Va trebui să ne îngrijim ca aparatul folosit să dea indicații corecte cel puțin pînă la 50 kHz. Dacă avem posibilitatea, este bine ca în aceleași puncte să verificăm cu ajutorul unui osciloscop alura semnalului de înaltă frecvență. Dacă curentul de polarizare este mic, probabil că-l vom putea mări folosind un condensator de cuplaj mai mare. În cazul cînd forma semnalului este distorsionată, putem să remediem această situație prin înlocuirea rezistenței din circuitul de grilă.

După verificarea polarizării, vom măsura valoarea curentului de ștergere pe o rezistență legată în serie cu capul de ștergere. Dacă acest curent nu este destul de mare, va trebui să găsim valoarea corectă cu ajutorul condensatorului de cuplaj. Avînd în vedere faptul că acest condensator formează un circuit oscilant cu înfășurarea capului de ștergere și că trebuie să obținem rezonanța, este posibil să obținem un curent mai mare cu un condensator mai mic. Este bine să verificăm și frecvența curentului de ștergere. În lipsa unui aparat corespunzător putem să procedăm în felul următor.

Vom realiza un circuit oscilant cu un condensator și o inductanță de valori cunoscute și avînd frecvența de rezonanță în apropierea frecvenței de ștergere. Circuitul oscilant se leagă la bornele oscilatorului printr-o rezistență serie și se măsoară tensiunea obținută la borne. Condensatorul va fi reglat pînă ce obținem un maxim de

Scanned with OKEN Scanner

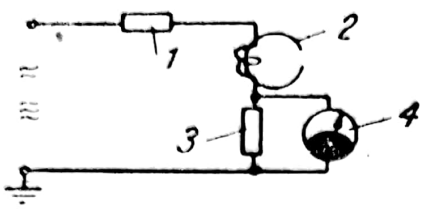

Fig. 42. Măsurarea curentului care curge prin capul de înregistrare:

1 — rezistență serie; *2* — cap de înregistrare; *3* — rezistență de măsură; *4* — voltmetru.

tensiune. Din valorile condensatorului și ale inductanței se poate calcula frecvența oscilatorului.

După ce am măsurat curenții de înaltă frecvență, vom întrerupe funcționarea oscilatorului și vom cupla generatorul de ton la intrarea în amplificator. Deoarece ne branșăm pe intrarea de linie, rezistența de ieșire a generatorului este indicat să fie mai mică decît rezistența de intrare, dar în nici un caz mai mare. Tensiunea de intrare poate să fie de 1—2 V.

Dacă ne branșăm pe intrarea de microfon va trebui să divizăm tensiunea de ieșire a generatorului în așa măsură încît la intrare să avem o tensiune aproximativ egală cu cea dată de un microfon. Rezistența divizorului de tensiune de pe care culegem tensiunea va trebui să aibă o valoare egală cu rezistența internă a microfonului. Trebuie să avem grijă să punem la masă carcasa generatorului. Vom aplica la intrare semnale cu nivel constant însă de frecvențe diferite și vom citi valoarea curentului de audiofrecvență din capul de înregistrare, la bornele rezistenței legată în serie cu capul. Vom regla curentul care curge prin cap la valoarea prescrisă la o frecvență în jur de 300 Hz cu ajutorul potențiometrului de volum. Vom reduce tensiunea de intrare cu 20 dB (adică la 1/10 parte) și vom măsura curentul care curge prin cap, păstrînd constantă tensiunea de intrare de la 60 Hz la 8 000 Hz. Curentul trebuie să fie constant pînă la cca 500 Hz; de aici începînd va crește cu cca 6 dB, pînă la 3 kHz, atingînd o creștere de 20 dB la 8 kHz.

Semnalul urmărit la osciloscop nu trebuie să prezinte distorsiuni. Reglarea circuitului de corecție a frecvențelor înalte se face fie cu potențiometrul fie prin modificarea elementelor din circuitul de corecție. Vom pune apoi din nou în funcțiune oscilatorul și vom stabili din nou semnalul de intrare la tensiunea inițială și la frecvența de

Scanned with OKEN Scanner

300 Hz. Pe ecranul osciloscopului legat la bornele rezistenței de măsură trebuie să apară figura de mai jos (fig. 43).

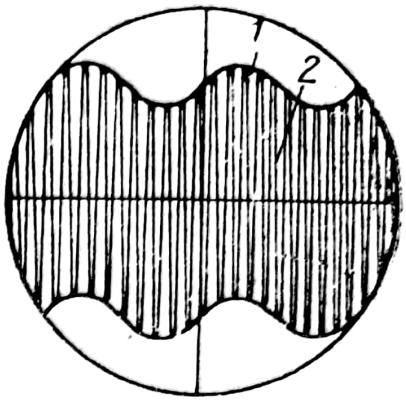

Fig. 43. Oscilograma tensiunii de la bornele rezistenței de măsură legată în serie cu capul de înregistrare:

1 — semnal de audiofrecvență; *2* — polarizare cu înaltă frecvență.

Vom așeza acum o bandă în magnetofon și vom efectua o înregistrare timp de 1 min cu o frecvență de 300 Hz și curentul prescris. Vom reduce apoi din nou tensiunea de intrare cu 20 dB și înregistrăm semnale de 60, 125, 250, 500, 1 000, 2 000, 4 000, 6 000 și 8 000 Hz, păstrînd constant nivelul de intrare. Banda aceasta va constitui banda etalon. După ce o vom rebobina, vom trece magnetofonul pe poziția redare și vom măsura tensiunea obținută la ieșirea amplificatorului. Cu semnalul înregistrat pe prima porțiune a benzii va trebui să atacăm etajul de putere în așa fel încît să obținem puterea sonoră maximă.

Tensiunile măsurate la ieșire la redarea semnalelor de frecvențe diferite se vor raporta la tensiunea obținută la 1 000 Hz. Diferențele nu trebuie să fie mai mari ca ±4 dB (adică un raport de 1,6). Dacă la frecvențele înalte nivelul scade prea mult, vom încerca să reglăm corecția de frecvență (în sens pozitiv) și vom efectua o nouă înregistrare. Dacă nici acum nu obținem un rezultat satisfăcător, este probabil că banda nu aderă bine la cap. Vom încerca să rotim puțin capul sau să reglăm presorul. Dacă nici această măsură nu este eficace, înseamnă că numai capul este de vină.

Nu ne vom ocupa de măsurarea distorsiunilor, deoarece sînt foarte puțini amatori care posedă o punte de distorsiuni. O ureche formată distinge însă un coeficient de distorsiuni de 2—3%. În cazul cînd amplificatorul propriu zis (fără bandă) nu a dat distorsiuni, înseamnă că acestea sînt produse de bandă și în astfel de cazuri vom micșora curentul maxim de magnetizare.

Scanned with OKEN Scanner

Zgomotul va fi măsurat în patru feluri: cu motorul în repaus și cu capul în scurtcircuit și fără scurtcircuit; apoi cu motorul în lucru cu și fără bandă.

Dacă motorul nu este alimentat și am scurtcircuitat capul, vom măsura numai zgomotul amplificatorului și brumul cules de conexiunile de legătură cu capul. Dacă acest zgomot este mai mare decît a 300-a parte din semnalul maxim, înseamnă că tensiunea anodică este insuficient filtrată, sau că brumul este produs de încălzirea filamentelor. În cazul unui zgomot cu caracter de fîșîit trebuie să selecționăm tubul din primul etaj.

Dacă amplificatorul lucrează împreună cu capul magnetic, zgomotul va crește față de valoarea precedentă. Creșterea este datorită cîmpurilor magnetice de dispersie care produc un brum ce se induce în cap. Înainte de a lua vreo măsură, vom verifica dacă brumul crește sau scade atunci cînd punem în funcțiune motorul. Dacă observăm o scădere, înseamnă că efectele cîmpurilor magnetice se compensează. În cazul cînd brumul crește, vom încerca fie să schimbăm polaritatea pieselor alimentate de la rețea, fie să obținem situația optimă prin rotirea transformatoarelor sau a motorului. Dacă folosim o bobină de compensare a brumului, reglarea poziției acesteia se va face cu motorul în funcțiune. La această măsurare trebuie să avem grijă ca în apropierea magnetofonului să nu se găsească nici un transformator, aparat de măsurat sau aparat care prin cîmpul magnetic de dispersie pe care-l produce să falsifice rezultatul. Raportul semnal/zgomot trebuie să aibă o valoare de 42—45 dB, dacă motorul este în funcțiune.

Pasul următor îl constituie măsurarea zgomotului obținut de pe bandă. Înaintea măsurării va trebui să demagnetizăm capul. Zgomotul obținut de pe banda magnetizată numai cu un curent de polarizare (deci fără sunet) trebuie să fie numai cu cîțiva dB mai prost decît valoarea măsurată fără bandă. Dacă nu putem obține acest rezultat înseamnă că zgomotul este produs fie de amplificatorul de înregistrare, fie de înalta frecvență modulată cu brum, fie de o piesă oarecare care s-a magnetizat.

Scanned with OKEN Scanner

Verificarea vitezei benzii se face prin metoda stroboscopică.

Pe una din rolele care sînt antrenate de bandă vom fixa un disc stroboscopic şi vom urmări dacă sectoarele discului se deplasează înainte sau înapoi. Într-un caz viteza este mai mare, în celălalt — mai mică decît cea prescrisă. Însemnînd cu $d_{rolă}$ [cm] diametrul rolei şi cu v [cm/s] viteza benzii, atunci

$$d = 314 \frac{d_{rolă}}{v}.$$

Utilizînd un disc stroboscopic cu această dimensiune, va trebui să obţinem o figură staţionară. Dacă nu avem o rolă pe care să fixăm discul stroboscopic, vom însemna începutul şi sfîrşitul unei porţiuni măsurate pe bandă şi vom măsura timpul necesar pentru trecerea porţiunii dintre cele două semne. Raportul dintre lungimea porţiunii de bandă şi timpul măsurat ne dă viteza medie de deplasare a benzii.

Şi acum în încheiere cîteva cuvinte despre principalele defecţiuni care pot apărea la instalaţiile de înregistrare magnetică a sunetului. Punctul de plecare în depanare este de fapt localizarea panei. În cazul magnetofoanelor putem dintr-odată să separăm partea de înregistrare de cea de redare. Dacă magnetofonul lucrează corect la redare, înseamnă că pana este datorită părţii de înregistrare. Situaţia este puţin mai grea dacă s-a defectat partea de redare, pentru că atunci nu avem posibilitatea să controlăm partea de înregistrare care s-ar putea să nu se fi defectat. Ar fi foarte avantajos să putem reda înregistrarea pe care am făcut-o pe un alt magnetofon. Dacă înregistrarea se constată a fi corectă, este evident că pana se găseşte numai în partea de redare.

Dacă magnetofonul nu funcţionează de loc, putem să determinăm uşor, în cele mai multe cazuri, locul panei, întrucît ea se poate datora în general următoarelor cauze: întreruperea unei conexiuni sau a unei rezistenţe, străpungerea unui condensator, defectarea unui tub electronic. De multe ori funcţionarea normală este întreruptă de defecţiuni care apar în mod curent şi în amplificatoare

Scanned with OKEN Scanner

sau receptoare ca de exemplu: scăderea amplificării din cauza uscării condensatorului din circuitul de catod, zgomot provenind de la încălzirea rezistenţelor, brum produs din cauza filtrajului insuficient şi aşa mai departe.

Este caracteristică pentru magnetofoane scăderea amplificării simultan cu apariţia unor distorsiuni puternice datorită încetării, respectiv dispariţiei polarizării. De asemenea este caracteristică defecţiunea care se produce atunci cînd dispare ştergerea. În astfel de cazuri se poate auzi sub noua înregistrare şi cea veche cu un nivel ceva mai mic. Apariţia tonurilor înalte sau joase, care sînt supărătoare, indică defectarea elementelor din circuitele de corecţie. Defectarea capului se manifestă prin micşorarea puterii sonore, respectiv prin dispariţia sunetelor înalte. Fluctuaţia sunetului sau variaţia puterii sonore ne indică fie că banda este prea întinsă, fie că mecanismul trage neuniform. La instalaţiile cu două trasee diafonia dintre cele două trasee se datoreşte poziţiei necorespunzătoare a capului.

BIBLIOTECA JUDEŢEANĂ
„GH. ASACHI"
IAŞI

Scanned with OKEN Scanner

TABLA DE MATERII

Capitolul I

Pagina

1. Magnetismul 3
2. Bazele teoretice ale înregistrării magnetice 11

Capitolul II

1. Banda 30
2. Capete de magnetofon 44
3. Amplificatoare 60
4. Mecanismul de antrenare a benzii 75

Capitolul III

. 104
1. Proiectarea 106
2. Construcția și punerea în funcțiune . . . . . .

Scanned with OKEN Scanner

Responsabil de carte: Ing. Silvestru Paul
Corector responsabil: Budan Hristache

Dat la cules: 05. 11. 58. Bun de tipar: 08. 12. 58. Hîrtie: c. şcolare de 65 gr. m², 54×84/16. Coli editoriale: 5,86. Coli de tipar: 7,25. Comanda RU 4604. A.: 6831. E.: 17730. Indicele de clasificare pentru bibliotecile mari: 681.846.7 : 534.852. Indicele de clasificare pentru bibliotecile mici: 681.

Tiparul executat la Întreprinderea Poligrafică Oradea, str. Moscovei 5—6—8. — R.P.R.

Scanned with OKEN Scanner

ERATA

Pag.	Rînd	In loc de	Se va scrie	Din vina
17	legendă, ultimul rînd	înaltă frecvenţă	joasă frecvenţă	Editurii
23	col. 7, 9, 11, 13	dB	— dB	Editurii
29	10 sus	0,3 — 0,5 mm	0,1 — 0,5 mm	Editurii
45	capul tabelei, col. 2, 3, 4	Punctul de funcţionare[1]) iyF iyF; Sensibilitatea μv spiră	Punctul de funcţionare[1]) i_{jf} i_{if}; Sensibilitatea μV/spiră	Editurii
59	col. 1, ultima căsuţă	redare	înregistrare	Editurii
72	11 sus	C_7	C_6	Editurii
92	12 sus	$\frac{60\ v}{d}$	$\frac{60\ v}{d\,\pi}$	Editurii
99	23 jos	şaibele	şaibele *11* şi *12*	Editurii

Scanned with OKEN Scanner